

REPUBLIQUE DU CAMEROUN

Paix – Travail – Patrie

UNIVERSITE DE YAOUNDE I

CENTRE DE RECHERCHE ET DE
FORMATION DOCTORALE EN
SCIENCES HUMAINES, SOCIALES ET
EDUCATIVES.

UNITE DE RECHERCHE ET DE
FORMATION DOCTORALE EN
SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES



REPUBLIC OF CAMEROON

Peace-Work-Fatherland

THE UNIVERSITY OF YAOUNDE I

POST GRADUATE SCHOOL FOR
SOCIAL AND EDUCATIONAL
SCIENCES.

DOCTORAL RESEARCH UNIT FOR
HUMAN AND SOCIAL SCIENCES

DEPARTEMENT DE GEOGRAPHIE

GEOGRAPHY DEPARTMENT

**VULNERABILITE AUX INONDATIONS DANS LE CONTEXTE
DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES A ABECHE
(CLIMAT SAHELIN, REGION DU OUADDAI, TCHAD)**

Mémoire de Master en Géographie soutenu le 01 juillet 2024

Spécialité : Dynamique de l'Environnement et Risques (DER)

Option : Climatologie et Hydrologie

Par

MAHAMAT Ahmat Tidjani

Matricule : 20I446

Licencié en Géographie physique

JURY

Président : ABOSSOLO Samuel Aimé

(Maître de conférences)

Rapporteur : FEUMBA Rodrigue Aimé

(Chargé de cours)

Examineur : DEFO Louis

(Maître de conférences)



Université de Yaoundé I

Université de Yaoundé I

Université de Yaoundé I

2023 - 2024

ATTENTION

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

Par ailleurs, le Centre de Recherche et de Formation Doctorale en Sciences Humaines, Sociales et Éducatives de l'Université de Yaoundé I n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans ce mémoire ; ces opinions doivent être considérées comme propres à leur auteur.

DEDICACE

A

*Mon père Ahmat Tidjani Mahamat**Ma mère Fatimé-Zara Mahamat Ahmat**Mon oncle Senoussi Mahamat Ahmat*

REMERCIEMENTS

Ce travail n'a été possible qu'avec l'aide de Dieu le Tout-Puissant que nous remercions pour la santé, la force et la protection. Nos remerciements vont tout d'abord au **Dr, FEUMBA Rodrigue Aimé** qui a accepté de diriger ce mémoire de Master dont-t-il a conseillé et orienté la conception bien avant notre admission finale en Master. Malgré ses multiples charges et sollicitations, il a su guider et suivre ce travail jusqu'à sa finalisation, imprimant sa rigueur méthodologique et sa culture de l'effort sur notre travail ; qu'il trouve ici l'expression d'une reconnaissance que de simples mots ne sauraient exprimer.

Notre formation étant le produit d'un investissement de nos enseignants, nous leur consacrons ces lignes pour dire merci. En effet, cette reconnaissance est exprimée à l'endroit de l'Université de Yaoundé 1 en général qui nous a accueilli et formé, à tout le corps enseignant et en particulier du Département de Géographie. Il s'agit notamment de : **Pr NGOUFO Roger, Pr MOUPOU Moise, Pr TCHAWA Paul, Pr TCHINDJANG Mesmin, Pr ABOSSOLO Samuel Aimé, Feu Pr DONGMO Jean Louis, Feu Pr KENGNE Fouodop, Pr AMOUGOU Armathé, Pr YOUTA Happy Joseph, Pr NKWEMOH Clément, Pr DZANA Jean-Guy, Pr OJUKU Tiafack, Pr MOUGOUE Benoit, Pr DEFO Louis** et à tous ceux qui les noms n'y figurent pas, que ce travail soit le fruit de leurs onéreux efforts.

Dans le même sens, nous tenons à remercier le **Dr. CHETIMA Boukar**, climatologue et conseiller technique en changement climatique de la CBLT, qui a bien voulu mettre sa maîtrise des techniques et outils d'analyse climatologiques aussi bien que son expérience de terrain au Tchad à notre disposition pour la production du présent mémoire.

Nous n'oserons oublier nos enseignants du département de Géographie de l'Université Adam Barka d'Abéché qui ont jeté les bases de notre formation scientifique au premier cycle universitaire. Que ce travail soit le fruit de leurs enseignements et orientations.

Nous souhaitons exprimer notre gratitude envers les parents qui nous ont apporté leur soutien. Nous tenons à remercier AMNE MOUSTAPHA, Ahmat Tidjani Mahamat, Fatimé-Zara Mahamat, Senoussi Mahamat, Awadal-karim Mahamat, Riyad Mahamat, MARIA mahamat, Koubra Mahamat, Ahmat Mahamat Ahmat, Moukhtar Mht Ahmat, Al-Makhari Abdoulaye, Ali Mahamat, Amalhassan Mahamat, Grandmere Hawa, Alwali mahamat, Feu Djalal Mahamat, Feu Oumar Mahamat, Rawda Mahamat, Habiba Mahamat, Zara Mahamat, Batoul Mahamat, Ahmat Malik, Ousman Mahamat, Youssouf Mahamat, Feu Brahim Mahmat et à tous ceux leur nom ne figure pas ici.

Nous tenons également à remercier nos frères et sœurs pour leur soutien, notamment Mahamat Saleh Mht Markhani, Moukhtar Ahmat Tidjani, Hawa Ahmat, Chazarwane Ahmat, Maria Ahmat Tidjani, AMNE Ahmat Tidjani, Awadel-karim Ahmat TIDJANI, DJALAL Ahmat Tidjani, Moustapha Awad, Moukhtar Awadel-Karim Moubarak Ahmat, Malik Ahmat, Djafar Imran, Alamadine Imran, Abdel-Faradj Amine, ABDANE ABZER, Abdadine Habib, Khassim Amine, et Abdel-khadir Mahamat.

Nous adressons également nos remerciements à nos camarades de promotion du cycle Licence de l'Université Adam Barka d'Abéché, à savoir : Badour AMINE, Romaric, Bakhit Mahamat t, Zara Yasmine, Housna Mahamat, Mahamat Oumar Ismail, Mahamat Abdoulaye Ahmat, Akrod, ainsi qu'à ceux du cycle Master, notamment Alsouni AHMAT, Angel, Yvana Evoto, Armelle Zing, Fredy, Essengue, Gaitan, Abakar Baba Mahamat, Markhani Yacine, Nazir Nassour, Walda Ibrahim, Oumar Ibrahim et Adam Ousman. Et nous remercions M. Vadel pour son assistance technique et théorique.

RESUME

Située à l'Est du Tchad dans la région du Ouaddaï sous climat sahélien, la ville d'Abéché se localise entre 13°46'53'' et 13°51'24'' de latitude Nord et entre 20°46'08'' et 20°52'18'' de longitude Est. C'est la troisième ville la plus importante du Tchad avec environ 200 000 habitants en 2020. Malgré le déficit pluviométrique observé dans les zones sahéliennes, Abéché connaît depuis le début des années 2000, la récurrence des inondations qui ont engendré d'énormes dégâts. La présente étude vise à analyser les facteurs qui déterminent la vulnérabilité de la ville d'Abéché aux risques d'inondation.

Sa méthodologie est centrée sur la collecte des données de diverses natures (climatiques, hydrologiques, spatiales et socio-économiques), obtenues à travers la recherche bibliographique, les observations et mesures géolocalisées directes de terrain, des entretiens ciblés et surtout une enquête par questionnaire auprès de 210 ménages. Grâce aux logiciels appropriés (Excel, Arc Gis et Qgis), ces données ont été traitées puis analysées qualitativement et surtout quantitativement suivant les variables et les objectifs recherchés. Dans ce sens, la variabilité climatique a été mise en évidence pendant la période 1991-2021 à travers l'analyse et l'interprétation des tendances ainsi que des anomalies décennales, interannuelles, saisonnières, mensuelles et journalières sur la base de divers paramètres calculés. Les projections climatiques jusqu'en 2100 ont été tirées de la littérature. Par contre, les vulnérabilités, les impacts et les adaptations ont été étudiés sur la base des grilles qualitatives thématiques et de synthèses. La cartographie a établi les différences spatiales des aspects étudiés à l'échelle des 06 arrondissements d'Abéché.

Les résultats obtenus montrent que la ville d'Abéché a connu de 1991 à 2021, plusieurs manifestations de la variabilité et des changements climatiques notamment en ce qui concerne les précipitations: tendance générale de la période de 1991-2021 à la baisse avec 335,5mm comme moyenne annuelle de la série, prépondérance des années humides (54,82%) sur les années sèches (45,12%), coefficients de variation élevés (27,87%), récurrence des anomalies pluviométriques annuelles, mensuelles et surtout la récurrence des pluies journalières exceptionnelles de longues durées qui occasionnent les débordements des *ouadis* et les inondations à Abéché en juillet et août. L'étude révèle aussi que la nature des sols (sablo-argileux), du réseau hydrographique (forme allongée des bassins versant ne favorisant pas la circulation de l'eau) ainsi que la couverture végétale discontinue et déficiente amplifient les risques d'inondation à Abéché. De même, les facteurs anthropiques de la vulnérabilité aux inondations y sont nombreux : urbanisation accélérée sous l'effet des immigrants suite à la crise du Darfour, occupation des zones à risques, fermeture des passages d'eau, déficits des ponts, précarité des moyens de transport et mauvais état des canaux de drainage des eaux pluviales. La conjugaison de ces facteurs justifie l'émergence, l'occurrence et la récurrence des catastrophes de type inondation à Abéché depuis 2004. Ainsi, l'enquête révèle que sur 210 ménages visités, 131 sont vulnérables aux inondations à Abéché. Cette vulnérabilité est accentuée dans le 3^{ème} et le 4^{ème} arrondissement à cause de la proximité des *ouadis*, leur situation dans les zones de basse altitude à faible pente, les déficits, des ouvrages de protection et de franchissement. Les impacts des inondations sont multiples depuis leur émergence en 2004 à Abéché : 857 ménages sinistrés, plus de 500 maisons inondées, plus de 50 maisons détruites, 2 morts et 10 blessés, 60% des forages endommagés, 100 têtes de bétail perdues, des marchandises emportées, des infrastructures routières dégradées, etc. Pour se protéger des inondations, les populations utilisent le remblai, construisent des digues avec des sacs remplis de sable. La mairie cure et nettoie les canaux et les routes. Mais ces mesures sont insuffisantes. L'étude propose des stratégies et mesures d'amélioration, de prévision ou de prévention pour réduire la vulnérabilité aux inondations à Abéché à partir des documents de politiques climatiques permettant de rendre cette ville résiliente et intelligente face à ce risque.

Mots clés : Variabilité et changement climatique, vulnérabilité, inondation, adaptation, Abéché.

ABSTRACT

Located in eastern Chad in the Ouaddaï region under a Sahelian climate, the town of Abéché is located between 13°46'53" and 13°51'24" North latitude and between 20°46'08" and 20°52'18" East longitude. It is the third largest city in Chad with approximately 200,000 inhabitants in 2020. Despite the rainfall deficit which characterizes the Sahelian zones, Abéché has experienced since the beginning of the 2000s the recurrence of floods which cause enormous damage. This study aims to analyze the factors that determine the vulnerability of the city of Abéché to flood risks.

Its methodology is centered on the collection of data of various kinds (climatic, hydrological, spatial and socio-economic), obtained through bibliographic research, direct geo-located field observations and measurements, targeted interviews and above all a survey by questionnaire with 210 households. Thanks to the appropriate software (Excel, Arc Gis and Qgis), these data were processed and then analyzed qualitatively and above all quantitatively according to the variables and the objectives sought. In this sense, climate variability was highlighted during the period 1991-2021 through the analysis and interpretation of trends as well as decadal, interannual, seasonal, monthly and daily anomalies based on various calculated parameters. Climate projections up to 2100 were taken from the literature. On the other hand, vulnerabilities, impacts and adaptations were studied on the basis of thematic qualitative grids and summaries. Cartography established the spatial differences of the aspects studied at the scale of the 06 districts of Abéché.

The results obtained show that the city of Abéché experienced from 1991 to 2021, several manifestations of climate variability and changes, particularly with regard to precipitation: general trend for the period from 1991-2021 downwards with 335.5mm as the annual average of the series, preponderance of wet years (54.82%) over dry years (45.12%), high coefficients of variation (27.37%), recurrence of annual and monthly rainfall anomalies and especially the recurrence of exceptional daily rains of long durations which cause the overflowing of the ouadis and the floods in Abéché in July and August. The study also reveals that the nature of the soils (sandy-clayey), of the hydrographic network (elongated shape of the watersheds not favoring the circulation of water) as well as the discontinuous and deficient vegetation cover amplify the risks of flooding in Abeche. Similarly, the anthropogenic factors of vulnerability to flooding are numerous: accelerated urbanization under the effect of immigrants following the Darfur crisis, occupation of risk areas, closure of water crossings, deficits of bridges, precarious means of transportation and poor condition of stormwater drainage channels. The combination of these factors justifies the emergence, occurrence and recurrence of flood-type disasters in Abéché since 2004. Thus, the survey reveals that out of 210 households visited, 131 are vulnerable to flooding in Abéché. This vulnerability is accentuated in the 3rd and 4th arrondissement because of the proximity of the ouadis, their location in low-lying areas with low slopes, deficit of protection and crossing structures. The impacts of the floods have been multiple since their emergence in 2004 in Abéché: 857 households affected, more than 500 houses flooded, more than 50 houses destroyed, 2 dead persons and 10 injured, 60% of boreholes damaged, 100 cattle lost, goods washed away, degraded road infrastructure, etc. To protect themselves from flooding, people use the embankment, build dykes with bags filled with sand. The town hall cures and cleans the canals and roads. But these measures are insufficient. The study proposes strategies and measures for improvement, forecasting or prevention to reduce vulnerability to flooding in Abéché based on climate policy documents to make this city resilient and smart to this risk.

Keywords: *Climate variability and change, vulnerability, flooding, adaptation, Abéché.*

SOMMAIRE

DEDICACE.....	ii
REMERCIEMENTS.....	iii
RESUME.....	iv
ABSTRACT	v
SOMMAIRE	vi
LISTE DES TABLEAUX	i
LISTE DES FIGURES.....	iii
LISTE DES PHOTOS.....	v
LISTE DES PLANCHES.....	v
LISTE DES ABREVIATIONS, ACRONYMES ET SIGLES	i
INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE 1 : ALEAS CLIMATIQUES ET RISQUES D'INONDATION DANS LA VILLE D'ABECHE.	29
CHAPITRE 2 : FACTEURS ET INDICATEURS DE LA VULNERABILITE AUX INONDATIONS DANS LA VILLE D'ABECHE.	66
CHAPITRE 3 : ADAPTATION AUX IMPACTS DES INONDATIONS DANS LA VILLE D'ABECHE.	113
CONCLUSION GENERALE	143
BIBLIOGRAPHIE	146
ANNEXES.....	xii
TABLE DES MATIÈRES	xii

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Opérationnalisation de la variable indépendante : inondation dans la ville d'Abéché.....	16
Tableau 2: Opérationnalisation de la variable dépendante : vulnérabilité de la population.....	17
Tableau 3: Répartition des enquêtes par arrondissement.....	19
Tableau 4: Classes des valeurs du CV en %	22
Tableau 5 : Classification des années selon les valeurs des SPI	22
Tableau 6: Récapitulatif des outils utilisés.....	24
Tableau 7: Grille d'évaluation de la vulnérabilité.....	25
Tableau 8: Grille de synthèse de l'évaluation de la vulnérabilité	26
Tableau 9: Synthèse de l'approche d'analyse de la vulnérabilité à Abéché	26
Tableau 10: synthèse de recherche.....	28
Tableau 11: Synthèse des normales climatologiques de Abéché de 1991-2021	31
Tableau 12: Analyse de la variabilité des pluies de 1991-2021 à Abéché.....	33
Tableau 13: Classification de la pluviométrie annuelle en rapport avec la valeur de l'indice standardisé des précipitations de 1991-2021	35
Tableau 14: Classification de la pluviométrie de saisons sèches en rapport avec la valeur de l'indice standardisé des précipitations de 1991-2021	37
Tableau 15: Classification de la pluviométrie de la saison pluvieuse en rapport avec la valeur de l'indice standardisé des précipitations de 1991-2021	37
Tableau 16: Classification de la pluviométrie de mois d'Avril en rapport avec la valeur de l'indice standardisé des précipitations de 1991-2021	42
Tableau 17: Classification de la pluviométrie de mois de Mai en rapport avec la valeur de l'indice standardisé des précipitations de 1991-2021	43
Tableau 18: Classification de la pluviométrie de mois de juin en rapport avec la valeur de l'indice standardisé des précipitations de 1991-2021	43
Tableau 19: Classification de la pluviométrie de mois de juillet en rapport avec la valeur de SPI de 1991-2021.....	44
Tableau 20: Classification de la pluviométrie de mois d'août en rapport avec la valeur de l'indice standardise des précipitations de 1991-2021	44
Tableau 21: Classification de la pluviométrie de mois de septembre en rapport avec la valeur de l'indice standardise des précipitations de 1991-2021	45
Tableau 22: Classification de la pluviométrie de mois d'octobre en rapport avec la valeur de l'indice standardise des précipitations de 1991-2021	45
Tableau 23a : Synthèse des mises en évidence des anomalies mensuelles de 1991-2021 à Abéché...	48
Tableau 23b : Synthèse des mises en évidence des anomalies mensuelles de 1991-2021 à Abéché...	49
Tableau 25: Historique des inondations dans la ville d'Abéché.....	64
Tableau 26: Caractéristique du Bassin versant de la ville d'Abéché.....	70
Tableau 27: Evolution de la population de la ville d'Abéché.....	71
Tableau 28: Evolution du nombre des réfugiés dans la ville d'Abéché de 2011 à 2019	71
Tableau 29: Dynamique spatiale de la ville d'Abéché de 1850 jusqu'à nos jours.....	72
Tableau 30: Grille de vulnérabilité en fonction de personnes à charge	74
Tableau 31: Grille de vulnérabilité en fonction de niveau d'instruction.....	75
Tableau 32: Sexe des ménages.....	75
Tableau 33: Répartition des centres de santé par arrondissement dans la ville d'Abéché.....	76
Tableau 34: : Ratio entre habitants et agents de santé de la ville d'Abéché	77
Tableau 35: Cout de consultation par structure sanitaire	77
Tableau 36: Matrice de vulnérabilité sociale	78
Tableau 37: Perception sur la vulnérabilité des activités économiques à Abéché	79

Tableau 38: Grille de vulnérabilité en fonction d'atteinte aux activités	80
Tableau 39: Grille de vulnérabilité en fonction du temps de retour aux activités des personnes interrogées	82
Tableau 40: Matrice de vulnérabilité économique.....	82
Tableau 41: Grille de vulnérabilité en fonction routes praticables	85
Tableau 42: Perception sur l'accessibilité aux routes par les personnes enquêtées	87
Tableau 43: Grille de vulnérabilité en fonction de type de moyen transport utilisé	89
Tableau 44: Grille de vulnérabilité de distance avec le centre de santé le plus proche	90
Tableau 45: Types de matériaux de construction.....	92
Tableau 46: Les matériaux de construction importés et leur prix à Abéché	92
Tableau 47: Grille de vulnérabilité en fonction de type d'habitat.....	93
Tableau 48: Caractéristiques de l'occupation du sol.....	95
Tableau 49 : Grille de vulnérabilité en fonction de durée de submersion.....	97
Tableau 50 : Grille de vulnérabilité en fonction de réseaux de drainages des eaux.....	100
Tableau 50 : Grille de vulnérabilité en fonction de qualité de réseaux de drainages.....	102
Tableau 51: Grille de vulnérabilité en fonction de délai de rétablissement des services publics affectés par les inondations.....	103
Tableau 52 : Grille de vulnérabilité en fonction de disponibilité des dépotoirs publics	104
Tableau 53 : Grille de vulnérabilité en fonction de lieu de dépôt des déchets.....	105
Tableau 54: lieu de dépôt de déchet.....	106
Tableau 55 : Matrice de vulnérabilité infrastructurelle.....	107
Tableau 56: Grille de vulnérabilité en fonction de forme de l'occupation de l'espace.....	108
Tableau 57 : Grille de vulnérabilité en fonction d'obstruction des réseaux de drainage	109
Tableau 58: Matrice de vulnérabilité institutionnelle	110
Tableau 59: Synthèse globale de la vulnérabilité.....	111
Tableau 60: Impact des inondations perçu par les ONG à Abéché.....	113
Tableau 61: Impacts des inondations sur les bâtis	114
Tableau 62: Répartition des répondants à Abéché.....	114
Tableau 63: Perception des impacts sur la mobilité pendant les inondations à Abéché.	115
Tableau 64: Perception des impacts des inondations sur les activités à Abéché	117
Tableau 65: Actions de la commune pour lutter contre les inondations à Abéché.	126
Tableau 66: Elaboration du Plan de Développement de la Commune d'Abéché.....	128
Tableau 67: Orientations stratégiques de la commune de la ville d'Abéché	128
Tableau 68: Stratégies adoptées par les associations	129
Tableau 69: Les principales missions de la MATHU	130
Tableau 70: Les principales missions du Ministère des infrastructures.....	131
Tableau 71: Intervention de la Direction Générale de la Météorologie Nationale	132

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Carte de localisation de la ville d'Abéché.....	3
Figure 2: Carte bioclimatique de la ville d'Abéché.....	30
Figure 3: Diagramme ombrothermique de la ville d'Abéché de 1991-2021.....	31
Figure 4: Température moyenne mensuelle de la ville d'Abéché de 1991-2021.....	32
Figure 5: Vitesses moyennes des vents(m/s) à Abéché de 1991-2021.....	32
Figure 6: Variabilité inter annuelle des précipitations de 1991-2021 à Abéché.	34
Figure 7: Anomalie des précipitations des saisons sèches de 1991-2021 à Abéché.	35
Figure 8: Anomalie des précipitations des saisons pluvieuses de 1991-2021 à Abéché.	36
Figure 9: Variabilité mensuelle des précipitations de 1991- 2021.	38
Figure 10: Variabilité des précipitations du mois d'Avril de 1991-2021 à Abéché.....	38
Figure 11: Ecarts des précipitations du mois de Mai de 1991-2021 à Abéché.	39
Figure 12: Variabilité des précipitations du mois de juin de 1991-2021 à Abéché.....	39
Figure 13: Variabilité des précipitations du mois de juillet de 1991-2021 à Abéché.	40
Figure 14: Variabilité des précipitations du mois d'Aout de 1991-2021 à Abéché.	40
Figure 15: Variabilité des précipitations du mois septembre de 1991-2021 à Abéché.	41
Figure 16: Variabilité des précipitations du mois d'octobre de 1991-2021 à Abéché.	42
Figure 17a : synthèse des anomalies annuelles (1991-2021), saisonnière et mensuelles (Avril).....	46
Figure 18: Relation entre les quantités de précipitations annuelles et les jours de pluie de 1991-2021 à Abéché.....	50
Figure 20: Relation entre les quantités de précipitations annuelles et les intensités de pluie de 1991-2021 à Abéché.	50
Figure 20: Relation entre précipitations et nombre de jours de pluies de l'année 2021à Abéché.....	51
Figure 21: Écarts de pluviométrie aux horizons 2030 (g.), 2050 (m.), 2100 (d.) Par rapport à 2000-2009.....	53
Figure 22: Projections de jours de forte précipitation au Tchad para rapport à l'année 2000.....	53
Figure 23: Moyenne annuelle des projections de précipitations au Tchad pour différents scénarios d'émissions de GES, par rapport à l'année 2000	53
Figure 24: Projection de la température selon le GIZ au Tchad d'ici 2080.....	54
Figure 25: Perception des causes des inondations par la population à Abéché.....	56
Figure 26: Perception de la population sur la question du changement climatique à Abéché.	57
Figure 27: Perception de la population sur augmentation de la fréquence des pluies à Abéché.....	57
Figure 28: Perception de la population sur augmentation de la fréquence des pluies à Abéché.	58
Figure 29: Perception de la population sur augmentation de la durée de la saison pluvieuse à Abéché.....	58
Figure 30: Perception de la population sur le changement de la date de début de la saison pluvieuse à Abéché.....	59
Figure 31: Perception de la population sur l'augmentation de quantité des pluies à Abéché.	59
Figure 32: Perception de la population sur l'augmentation de la fréquence des inondations à Abéché.....	60
Figure 33: Perception de la population sur l'augmentation de l'occurrence des vents violents entrainant dégâts à Abéché.....	61
Figure 34: Perception de la population sur l'évolutions des terres agricoles à Abéché.	61
Figure 35: Perception de la population sur le niveau de dégradation des sols à Abéché.	62
Figure 36: Perception de la population sur l'évolution de la végétation à Abéché.....	62
Figure 37: Carte d'altitude d'Abéché.....	67
Figure 38: Carte de la végétation de la ville d'Abéché.....	69
Figure 39: Carte du bassin versant de la ville d'Abéché.....	70
Figure 40: Carte physique de la ville d'Abéché.....	70
Figure 41: Carte des pentes de la ville d'Abéché.....	70

Figure 42: Carte de vulnérabilité physique à l'inondation suivant une approche qualitative prenant en compte la topographie, la distance des maisons par rapport aux cours d'eau et la densité d'occupation humaine à Abéché.	70
Figure 43: Carte de répartition d'aléa inondation suivant une approche qualitative prenant en compte la topographie à Abéché	71
Figure 44: Carte d'extension de la ville d'Abéché de 1985 à 2020	72
Figure 45: Nombre des personnes à charge.....	73
Figure 46: Niveau d'instruction des ménages	74
Figure 47: Répartition spatiale des infrastructures sanitaires de la ville d'Abéché.....	76
Figure 48: Carte de vulnérabilité sociale.....	78
Figure 49: Perception sur les temps de retour aux activités	81
Figure 50: Carte de la vulnérabilité économique	83
Figure 51: Existence des routes praticables	84
Figure 52: Répartition du réseau routier d'Abéché et des ouvrages de franchissement.....	86
Figure 53: Difficulté d'accessibilité aux routes praticables	87
Figure 54: Types de moyens de transport utilisés	88
Figure 55: perception sur la distance des quartiers avec les centres de santé le plus proche.....	89
Figure 56: Matériaux de construction	91
Figure 57: Type d'habitat.....	93
Figure 58: Carte d'occupation du sol.....	95
Figure 59: Carte d'exposition aux risques d'inondation suivant une approche qualitative prenant en compte la topographie et l'occupation humaine à Abéché.....	96
Figure 60: Durée de submersion	97
Figure 61: Votre quartier comporte-t-il des canaux d'évacuation d'eau	99
Figure 62: Etats des canaux d'évacuation des eaux	100
Figure 64: Délai de rétablissement des services affectés par les inondations	103
Figure 65: Manque des dépotoirs publics.....	104
Figure 66: Lieu de dépôt de déchet	105
Figure 67: Carte de la vulnérabilité infrastructurelle	107
Figure 68: Forme de l'occupation de l'espace	108
Figure 69: Obstruction des réseaux de drainage par les habitations	109
Figure 70: Carte de la vulnérabilité institutionnelle.....	111
Figure 71: Impacts des inondations sur la santé des personnes.....	119
Figure 72 : Perception sur les impacts des éléments des écosystèmes aux inondations.....	120
Figure 73: Impact et exposition de l'agriculture périurbaine et élevage aux inondations.....	121
Figure 74: Impact et expositions des activités économiques.....	121
Figure 75: Impact et expositions des infrastructures aux inondations	122
Figure 76: Stratégies d'adaptations au niveau des ménages	123
Figure 77: Perception des personnes enquêtées sur Offres actuelles en services météorologique.....	132
Figure 78: Perception des personnes enquêtées sur le Besoins en informations et services météorologiques	133

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Cours d'eau d'Amsoudourié obstrué par les déchets	80
Photo 2: Barrière créée par le Ouadi Amkamil séparant deux côtés de la ville à Abéché	85
Photo 3: Route d'ancien marché de bétail près de hilé-kinine inondé à Abéché.....	90
Photo 4: canal d'évacuation des eaux obstrué par des déchets.....	106
Photo 5: Maison inondée à Abéché	115
Photo 6: Rakcha pris par l'eau à Abéché.....	116
Photo 7: Grand marché inondé à Abéché	117
Photo 8: Marché Taradona englouti par les eaux	118
Photo 9: Site de fabrication des briques (briqueterie) inondé à Abéché.....	118
Photo 10: Boutiques construites avec des fondations élevées	125

LISTE DES PLANCHES

Planche 1: Barrière physique coupant la ville en deux (2) parties pendant la saison pluvieuse.....	87
Planche 2: Erosion le long de l'ouadi Am Soudourieh à Abéché dans le 3ème arrondissement.....	94
Planche 3 : Vu d'un canal d'évacuation des eaux face arrière et face devant remplie des déchets	99
Planche 4: Etats des canaux d'évacuation des eaux à Abéché.	101
Planche 5: Curage et nettoyage des canaux par la population.....	124
Planche 6: Vues partielles des constructions en pierres des maisons et d'un terrain de sport contre l'érosion le long des Ouadis	124
Planche 7: Opération de curage, remblai et nettoyage par la mairie	127

LISTE DES ABREVIATIONS, ACRONYMES ET SIGLES

AFD	Agence Française de Développement
ANAM/ DGMN	Agence Nationale de Météorologie
CCNUCC	Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
CRT	Croix Rouge du Tchad
DGMN	Direction Générale de Météorologie Nationale
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
GIEC	Groupe d'Expert Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
GPS	<i>Global Positioning System</i>
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
MATUH	Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Urbanisme et de l'Habitat
OCHA	Bureau de la Coordination des Affaires Humanitaires
ODD	Objectifs du Développement Durable
OMM	Organisation Météorologie Mondiale
ONG	Organisation Non Gouvernementale
ONU	Organisation des Nations Unies
OXFAM	<i>Committee for relief Famine</i>
PADUR	Projet d'Appui au Développement Urbain
PAM	Programme Alimentaire Mondial
PDC	Plan de Développement de la Commune
PIB	Produit Intérieur Brut
PLU	Plan Local d'Urbanisme
PND	Politique Nationale de Développement
QGIS	<i>Quantum Geographic Information System</i>
RGPH2	Recensement Général de la Population et de l'Habitat 2ème Edition
SI	Indice de Saisonnalité
SNLCC	Stratégie Nationale contre les Changement Climatiques au Tchad
SPI	Indice Standardisé de Précipitation
UA	Union Africaine
UNFPA	Fond des Nations Unies pour les activités en matière de population
UNICEF	Fond des Nations Unies pour l'Enfance
UNISDR	<i>United Nations Office for Disaster Risk Reduction</i>

INTRODUCTION GENERALE

1. Contexte générale et justification du choix du sujet

Avec les changements climatiques observés ces dernières années, les grandes métropoles sahéniennes sont confrontées à d'importantes inondations urbaines (Nouaceur, 2015). L'Afrique, du fait de la pauvreté répandue et des capacités d'adaptation et de survie par conséquent limitées au sein de sa population, est l'une des régions du monde les plus vulnérables aux impacts observés et projetés de la variabilité et du changement climatique (Hellmuth M et al. 2007 ; Feumba, 2017 ; Chetima et Feumba, 2019a et 2019b). A l'instar des autres pays subsahariens, le Tchad est très vulnérable à la variabilité et aux changements climatiques connus depuis des dernières décennies du 20ème siècle. Les changements climatiques marqués par des tendances inquiétantes des paramètres climatologiques et les événements météorologiques extrêmes catastrophiques associés constituent une menace grave pour les ressources naturelles dont la majeure partie de la population tchadienne tire l'essentiel de ses moyens d'existence (République du Tchad, 2021). A l'image de toutes les variables climatiques, les précipitations peuvent être une source de problèmes. En effet, par leur occurrence et leur régime de distribution, elles engendrent des situations contradictoires comme d'une part les pénuries ou déficits se traduisant parfois par la sécheresse et d'autre part, les excédents ou abondances se manifestant quelques fois par les inondations. Pour ce dernier type de risque climatique, sa gestion relève d'une importance capitale dans l'occupation et le développement durable des territoires (Madi, 2014). Les médias rappellent régulièrement l'actualité des catastrophes en plusieurs points de la planète, et cela se traduit entre autres par une augmentation de leur prise en compte dans la décision et l'action publiques (Barroca, 2006). Dans ce sens, les inondations ont régulièrement fait la une de l'actualité au cours de ces quinze dernières années (Bani, 2016). En effet, les inondations sont sans conteste le risque naturel qui fait le plus de victimes et de dégâts à travers le monde (Barbut, 2004). Le Tchad est un pays très vulnérable face aux risques de catastrophes naturelles surtout associées aux changements climatiques (Abakar ramadane, 2015). Le pays a connu ces dernières années des événements météorologiques et climatiques extrêmes avec des phénomènes de sécheresses prolongées et des inondations de plus en plus désastreuses dans diverses zones du pays. En ce sens, le phénomène d'inondation touche presque toutes les villes du Tchad (SNLCC, 2017).

2. DELIMITATION D'ETUDE

2.1. Délimitation thématique

Le thème choisi pour cette recherche porte sur : « Vulnérabilité aux inondations dans un contexte des changements climatiques à Abéché (climat sahéni, région du Ouaddaï, Tchad) ». Ce travail s'inscrit dans le thème général de la spécialité « dynamique de l'environnement et risques ». Dans ce sens, il importe de préciser que notre thème est par nature transversal, et en fonction des aspects traités, s'appuie sur les champs disciplinaires comme la climatologie, l'hydrologie, le changement climatique, la sociologie, l'économie, l'environnemental et les politiques publiques afin de bien cerner les aléas, les vulnérabilités, les impacts et les adaptations au risque climatique de type inondation dans cette ville.

2.2. Délimitation spatiale

Notre travail porte sur la ville d'Abéché au Tchad. Située à l'Est du Tchad dans la Région du Ouaddaï, département de Ouara. La ville d'Abéché est localisée entre 13°46'53'' et 13°51'24'' de latitude Nord et entre 20°46'08'' et 20°52'18'' de longitude Est. Elle est limitée au Nord par la sous-préfecture de Bourtail au Sud par celle d'Abougoudam, à l'Est par celle d'Amleyouna et à l'Ouest par celle de Guéri. Par ailleurs, Abéché est située à 93 Km de Biltine au Nord à 215Km de Goz-Beida au Sud, à 932Km de N'Djamena la capitale du Tchad à l'Ouest et à 173Km de la frontière avec le Soudan à l'Est (Dombor et al. 2019). Elle est comprise dans la zone bioclimatique sahélienne caractérisée par deux saisons dont l'une sèche et une autre pluvieuse. A part sa position géographique, Abéché a un statut de ville privilégiée. Etant donné qu'elle est un carrefour de la partie Nord/ Est du Tchad, sa position géographique lui permet d'accueillir un nombre important de populations venant de toutes les autres régions du Tchad et des pays voisins (Tob-Ro N et al. 2019). Ce qui a fait que sa population a augmenté exponentiellement ces dernières années (Degrande, A. 2016). Selon le Recensement Général de la Population et de l'Habitat 2^{ème} Edition (RGPH 2) de 2009, la population urbaine était estimée à 138.684 habitants en 2009 ; elle s'élevait à 166 757 habitants en 2014 et 172 746 en 2015 pour atteindre 178.898 habitants en 2016 avec environ 3700 ménages répartis dans 93 quartiers qui se regroupent en 6 arrondissements. Elle couvre une superficie de 1785 hectares selon la commission locale de l'urbanisme de la ville d'Abéché (CLUA) en Septembre, 2010. En 2020, cette population est estimée à 200 000 habitants selon la mairie de la ville d'Abéché.

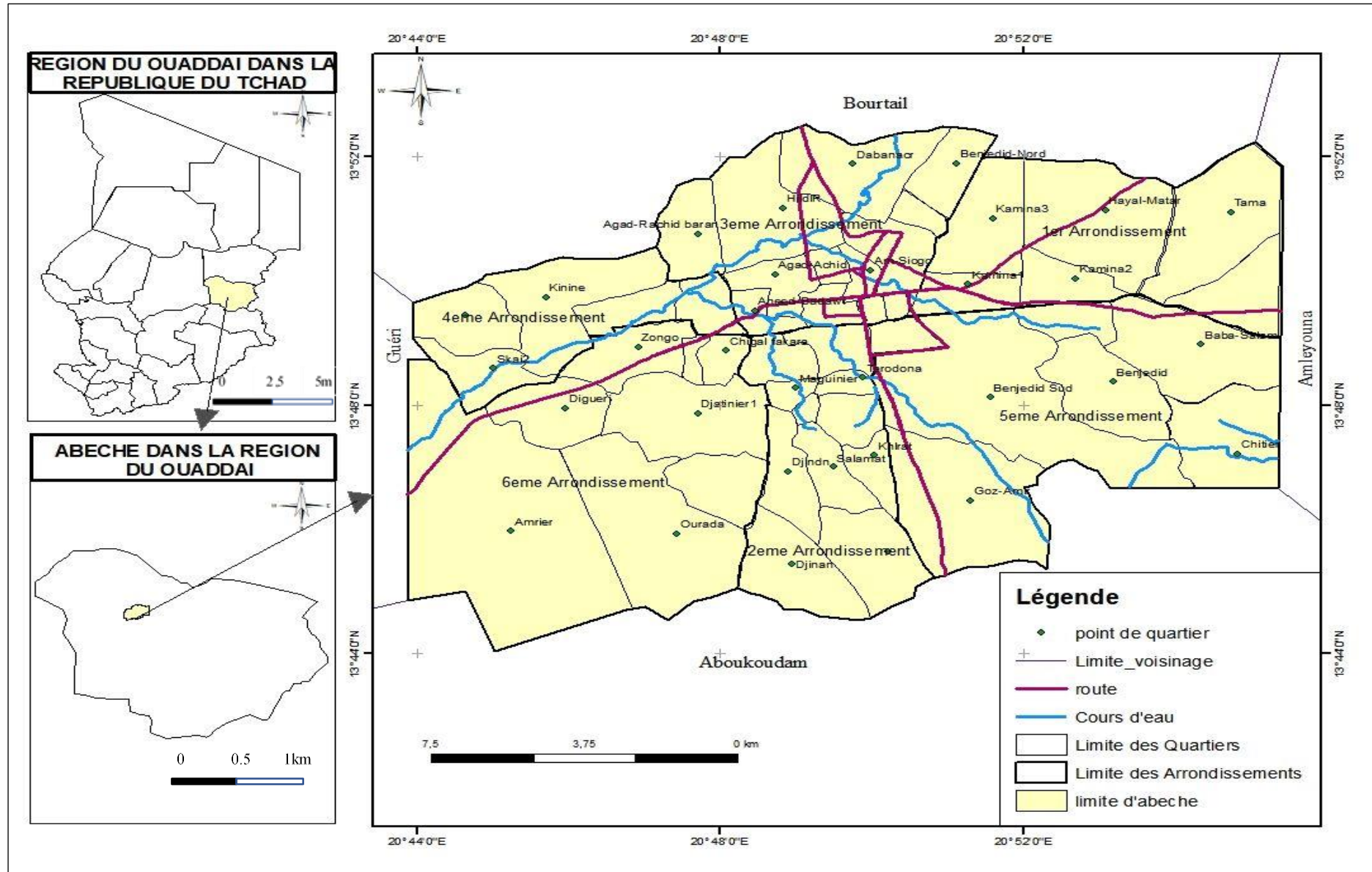


Figure 1: Carte de localisation de la ville d'Abéché.

2.3. Délimitation temporelle

La délimitation temporelle de notre travail est variable en fonction des aspects traités.

Ainsi, pour les données climatiques, nos travaux s'appuient sur les données observées de 1991 à 2021, soit 31 années. Cette durée permet à l'étude d'être conforme aux normes de l'Organisation Mondiale de la Météorologie (OMM), qui demande de faire des études climatologiques sur au moins 30 ans. D'un point de vue prospective, nous utiliserons les projections disponibles pour le milieu du 21^e siècle et pour la fin du 21^e siècle (2100).

Pour les données socio-économiques nos travaux s'appuient sur les données de 2009 à 2022 issues de RGPH2 et la commune de la ville d'Abéché. Les données sur l'évolution de nombre de réfugiés sont issues de la littérature et de la commune, elles couvrent de 2011 à 2019.

Et pour l'évolution spatiale de la ville d'Abéché, les données spatiales (concernant l'extension de la ville) couvrent la période de 1850 à 2020. Ce qui nous a permis d'avoir un aperçu sur l'occupation rapide des zones inondables. Les données collectées par nous et qui ont servi aux analyses couvrent l'année 2022.

3. Revue de la littérature

La présente revue de la littérature a été rédigée en combinant les méthodes thématiques et chronologiques.

3.1. Variabilité climatique et occurrence des inondations

Cette partie met en exergue l'apport de la variabilité et des changements climatiques dans l'occurrence des inondations. Dans cet élan, Laohote B (2007), souligne que les tendances des précipitations dans le domaine soudanien et sahélien du Tchad sont marquées par des changements de températures et des précipitations annuelles importantes. Ces changements influencent sur la dynamique des espaces urbains et ruraux. Ngathie NGOM (2013), en travaillant sur la *vulnérabilité de la commune d'arrondissement de Thiès-nord (ville de Thiès) aux inondations* a décrit que le changement climatique a fini de placer les villes au cœur des préoccupations environnementales et socio-économiques. La dégradation du cadre de vie de beaucoup de citoyens de ces pays est la résultante d'un contexte climatique instable caractérisé par une variabilité pluviométrique forte et une recrudescence des événements pluvieux, mais aussi d'un aménagement précaire lié à des insuffisances dans la gestion de l'urbanisation. Dans le même ordre d'idée, Béatrice Quenault et al. (2015) dans leurs travaux ont souligné que beaucoup de métropoles d'Asie, d'Afrique et de certaines régions d'Amérique latine, où fréquemment la moitié de la population citadine, aux très faibles moyens d'existence et victimes de précarités multifformes, vit dans des localités mal structurées voire dans des bidonvilles, en proie aux défaillances des services urbains, et situés dans des zones particulièrement vulnérables aux aléas climatiques. Feumba R. A. (2001), pour déterminer les saisons, il a considéré que tout mois recueillant moins de 100mm de pluies est sec. Dans notre cas, nous considérons comme mois sec, tout mois ayant une précipitation inférieure à la normale. Suivant le Premier plan national d'adaptation au changement climatique du Tchad (République du Tchad, 2021), les inondations au Tchad sont parmi les catastrophes naturelles les plus récurrentes et les plus désastreuses. Ce plan révèle que la plupart d'inondations sont d'origine

pluviale et sont liées à trois principaux facteurs à savoir l'intensité des pluies, la fréquence des pluies et le relief. Les inondations se produisent le plus souvent dans les centres urbains cela faute d'une bonne canalisation ou des occupations anarchiques des terrains. Dans ses travaux Feumba R. A. (2017) a montré que le Cameroun est très vulnérable face à la variabilité et aux changements climatiques. L'étude d'environ 450 événements catastrophiques liés au climat a montré à suffisance que le risque climatique est présent, récurrent, croissant et diversifié sur l'ensemble du pays. Il a indiqué en suite que cette situation nécessite une politique d'adaptation anticipée et planifiée. Dans le même élan, Mme khedri K (2020), a souligné que les fortes pluies peuvent entraîner d'importantes inondations, en particulier dans les espaces ayant connu de longues périodes sèches qui ont endurci les sols. Pour Tchindjang et al. (2019), le changement climatique a augmenté la fréquence des aléas. Ils soulignent que dans un tel contexte, les risques sont exacerbés dans les zones urbaines non planifiées et les bidonvilles ou quartiers précaires. Comme conséquence, la vulnérabilité augmente et se diversifie : inondations, érosion côtière et ravinement. Pour Tomety Y (2017), les inondations ne sont pas créées par les pluies extrêmes. Elles sont dues à une combinaison de causes environnementales, climatiques et particulièrement anthropiques. Ainsi, la vulnérabilité de la population d'une zone donnée peut diminuer dans le temps si elle développe des capacités d'adaptation significatives face aux risques. Dans le même sens Tanguay L. P. (2017) souligne que l'augmentation de l'intensité ainsi que de la fréquence des événements climatiques extrêmes engendrés par les changements climatiques génère une certaine précarité pour différents groupes et communautés d'un point de vue de la sécurité, de la santé, touchant autant leur bien-être que leurs environnements et entre autres. Saïdou et Samuel (2016), indiquent que les inondations sont les effets des changements climatiques qui se font le plus ressentir au Burkina-Faso et particulièrement à Ouagadougou. Leurs fréquences, ces dernières années, sont favorisées d'une part par l'occupation anarchique des espaces et des zones non propices à l'habitation, mais également d'autre part par une urbanisation qui n'a pas toujours pris en compte la configuration géomorphologique de l'espace urbain. Pour Bahari et al. (2018), les contextes actuels des changements climatiques dans la région sahélienne se manifestent par exacerbation des aléas naturels tels que les sécheresses et les inondations

3.2. Impact et vulnérabilité de la population aux inondations

Baldassare D et al. (2010), signalent que, l'augmentation de la population et la forte urbanisation des pays d'Afrique subsaharienne sont l'une des composantes principales de l'accroissement des pertes de nombre de victimes d'inondation. Ils ont indiqué que les inondations causaient des dégâts croissants en Afrique de l'Ouest ; ainsi les pertes humaines ont crû d'un ordre de grandeur depuis 1950, ce qui s'explique partiellement par la croissance démographique, en particulier urbaine, qui elle-même induit un fort accroissement de la vulnérabilité des sociétés. Dans le même sens d'idée, FAO (2012), indique que, les fortes pluies enregistrées surtout au mois d'août ont provoqué de larges inondations dans le Sud et l'Est du Tchad, ponctuellement dans des régions de la bande sahélienne (Batha, Salamat) et au Lac. Ces inondations ont causé des dégâts sur les cultures plus de 255 000 ha détruits, entraînant des pertes de récoltes potentielles allant jusqu'à 70 à 80%. 58% des ménages seront entièrement dépendant des marchés pour l'acquisition des semences pour la prochaine campagne, alors même que leurs revenus agricoles seront quasiment inexistant du fait de la perte de récolte.

Amanejieu A (2015), souligne que les tendances futures montrent une augmentation de la précipitation ce qui peut accentuer la vulnérabilité de la population. (CRED, 2007 ; cité par : Djebali k, 2015), indique qu'au cours des deux dernières années, les inondations ont constitué les catastrophes les plus récurrentes à l'échelle mondiale, elles représentent 34% des catastrophes naturelles enregistrées entre 1900 et 2007. (Faytre, 2011 ; cité par : Kenji F, 2017), explique que, en cas d'inondation majeure, l'endommagement est non seulement physique, de nombreux logements et infrastructures sont endommagés, mais il est aussi technique, socioéconomique et politique. Au Tchad, La SNLCC (2017), (Stratégie Nationale contre les Changement Climatiques au Tchad) souligne que les catastrophes naturelles récurrentes sont principalement dues aux sécheresses et aux inondations qui rendent les populations de plus en plus vulnérables. Les risques d'inondation ne sont pas dus seulement aux changements climatiques qui provoquent une mauvaise répartition temporelle et spatiale des précipitations, mais aussi des caractéristiques topographiques et pédologiques de la ville qui ont à leurs tours dépendent des activités menées par les hommes. Quant à la vulnérabilité au risque d'inondation, elle est intimement liée à la façon d'occuper l'espace et une absence d'une politique d'assainissement adéquat fréquent, augmentant ainsi la vulnérabilité des populations. Selon une étude effectuée en octobre par Tchad cluster (2020), sur toutes régions du Tchad, l'étude révèle que des inondations de grande ampleur ont forcé le déplacement de centaines de milliers de personnes mais aussi la perte des stocks de céréales des ménages. Par ailleurs, des centaines de milliers d'hectares de terre cultivés ont été détruits, des milliers de têtes de bétail ont également été emportées par les eaux et les stocks de commerçants de marchés inondés ont été sérieusement affectés. Cette situation a un impact négatif à la fois sur l'accessibilité de la nourriture pour les ménages et la disponibilité des denrées alimentaires de base sur les marchés touchés par les inondations. Ainsi au Sénégal, Souleymane S et Pierre O (2002), souligne que, les inondations entraînent l'abandon des habitations touchées et un relogement des sinistrés dans des conditions parfois précaires. Certains considèrent ces inondations comme nouvelles, parce que n'étant jamais survenues auparavant, et estiment que ce nouveau risque est lié à des précipitations journalières exceptionnelles. Il apparaît cependant que les pluies responsables des inondations de ces dernières années ne revêtent pas un caractère exceptionnel. Par contre, la vulnérabilité des villes sénégalaises face au risque d'inondation semble avoir fortement augmenté suite à un aménagement urbain déficient. Ledoux (1994) souligne que dans les pays en développement, les populations s'installent en masse en milieu urbain au détriment des capacités d'accueil déjà très limitées des infrastructures. D'une part, les nouveaux arrivants, souvent pauvres, contribuent à la densification de l'habitat dans les « vieux quartiers » en occupant les bas-fonds inondables et les pentes abruptes peu convoitées. La problématique des inondations dans la ville d'Abéché s'inscrit dans ce cadre. Pour BOUBACAR D et al. (2015), l'occupation des espaces qui, jadis étaient naturellement inondés, pose le problème des inondations qui perturbent la vie socio-environnementale de la population. En effet, une urbanisation mal planifiée ou mal maîtrisée peut aggraver les risques d'inondation en raison de changements inadaptés d'affectation des terres. À N'Djamena, Abakar (2015), indique que les inondations, même de faible ampleur, peuvent être très dommageables à cause de la faible perméabilité de son sol argileux et de la topographie de la ville qui quasiment plate. Les risques d'inondation sont par ailleurs accentués, du fait de la forte croissance démographique et le débordement de Chari et Logone. Pour Gemenne F et al. (2017), les inondations annuelles sont

le reflet de la croissance explosive des villes, de la pauvreté et de l'insuffisance des politiques d'aménagement urbain. Plus spécifiquement, les activités humaines sont responsables de l'aggravation des inondations en raison de l'étalement urbain dans les zones à risque (lit majeur des *ouadis*, zones dépressionnaires, axes servant d'exutoire naturel des eaux, etc.). Olivier LEUMBE LEUMBE et al. (2015), pour eux, le changement d'usage des sols, des milieux agricoles ou forestiers vers des milieux urbains ou périurbains accentuent l'imperméabilisation des sols, ce qui accentue les inondations.

3.3. Mesures d'adaptations aux inondations par les acteurs

Selon le Bureau de la Coordination des affaires humanitaires (OCHA) en 2012, les mesures d'adaptation aux inondations à N'Djamena visent à réduire la vulnérabilité des sinistrés en les déplaçant vers des sites bien aménagés. Cela comprend également l'assistance médicale ainsi que la distribution de kits alimentaires aux personnes les plus vulnérables. Dans son évaluation environnementale du risque d'inondation dans le delta du fleuve Ha Thanh au centre du Viêt-Nam, Ngo A. T. (2014), souligne que les inondations peuvent limiter le développement des capacités de la société humaine, en particulier dans les pays pauvres et en développement où la capacité d'alerte et l'expérience de gestion des risques sont encore limitées. De plus, la pression économique et démographique, ainsi que l'exploitation excessive des ressources naturelles et le changement climatique, peuvent aggraver l'ampleur et la fréquence des inondations. Dans sa contribution à l'étude des crues pour une gestion du risque aux inondations, Madi (2014), explique que la notion de risque d'inondation est un concept combinant l'aléa (le phénomène physique) et la vulnérabilité (les conséquences dommageables de cet aléa sur les enjeux). Par conséquent, la gestion efficace de ce risque nécessite une compréhension du fonctionnement de l'aléa ainsi qu'une maîtrise de l'occupation des sols. Amanejieu, A., Feumba, R. A., et Ngoufo, R. (2022), soulignent l'importance de prendre en compte les événements pluvieux dans l'aménagement urbain. Ils mettent en avant des solutions techniques telles que l'amélioration de la qualité des drains naturels et des caniveaux, en tenant compte de leurs dimensions, pour assurer une meilleure protection contre les inondations.

4. Problématique

Cette problématique s'articule autour de trois axes : le premier contexte met en exergue l'évolution de l'aléa climatique et du risque d'inondation à Abéché dans le climat sahélien à l'Est du Tchad, le deuxième porte sur les facteurs et indicateurs de vulnérabilité et le troisième porte sur l'adaptation aux impacts des inondations à Abéché.

4.1. L'évolution de l'aléa climatique et du risque d'inondation à Abéché dans le climat sahélien à l'Est du Tchad

Le monde en générale et l'Afrique en particulier font de plus en plus face aux phénomènes climatiques extrêmes depuis la fin du vingtième siècle. Le Tchad est un pays très vulnérable face aux risques de catastrophes naturelles surtout associés aux changements climatiques comme la désertification, la sécheresse extrême et les inondations (République du Tchad, 2021). Cette réalité longtemps observée dans la partie méridionale du pays couverte par le climat soudanien et dans les vallées des cours d'eau comme le Logone et le Chari qui drainent des eaux pluviales lointaines vers le lac Tchad concernent de plus en plus une grande partie du pays, soit 12 régions sur 22 (OCHA, 2020). Le climat de la ville d'Abéché est de type sahélien

marqué principalement par la sécheresse. Seulement, les populations d'Abéché et tout observateur averti constatent que depuis 2004, Abéché fait face à des pluviométries extrêmes qui provoquent le débordement des *ouadis* (en langue arabe locale signifie : cours d'eau temporaires) et causent des inondations de plus en plus dévastatrices dans divers arrondissements de la ville. Ces inondations deviennent récurrentes depuis lors et les populations déclarent que le climat de leur ville est en train de changer. Elles constatent également depuis une dizaine d'années que les inondations sont parfois inattendues et surprenantes car elles ont des origines externes, puisqu'elles surviennent parfois sans que la ville n'enregistre des précipitations mais à cause des eaux pluviales drainées par les *ouadis* (*Amkamil et Amsoudourié*) depuis le Soudan (en amont), et qui débordent leurs lits et génèrent des inondations en aval à Abéché. Ces événements « surprenantes » surviennent parfois en juin pendant la saison sèche, avant même que la saison de pluies ne commence. Et les populations s'interrogent sur ces inondations qui surviennent alors qu'il ne pleut pas dans la ville mais ailleurs. Ainsi, le premier axe de la présente étude met le doigt sur le problème des anomalies climatiques et surtout pluviométriques à l'origine des inondations.

4.2. Les facteurs et indicateurs de vulnérabilité

La ville d'Abéché a une population d'environ 200 000 habitants en 2020 (Mahamat Nour, 2020 ; Mairie d'Abéché, 2022). La population qui y habite est pauvre (PCD, 2016). On constate que depuis l'arrivée massive des réfugiés soudanais à cause de la crise du Darfour à partir de 2006, la ville s'est agrandie, des quartiers naissent de jour en jour et les populations majoritairement immigrées occupent des zones à risque (bas-fonds, berges et lits des *ouadis*). Ceci vient s'ajouter à l'occupation anarchique qui date depuis la colonisation pendant laquelle des drains artificiels furent construits. Les maisons sont construites majoritairement en argile, les drains naturels et artificiels sont obstrués par des déchets et les bancs de sables. Presque tous les marchés de la ville se trouvent dans les lits des *ouadis* et près des berges. Les boutiques et hangars de ces marchés sont construits en matériaux non durables comme les pailles, les bois, l'argile et les matériaux en plastique. La ville d'Abéché n'a pas bénéficié des opérations de construction et d'aménagement des canaux de drainage des eaux pluviales depuis 30 ans (PADUR, 2010). Les constats faits par nous, les populations et la presse sur le terrain montrent que l'absence des dépotoirs publics, des ponts de franchissements et des routes praticables pendant les inondations amplifient aussi la vulnérabilité d'Abéché face à ce risque. Les dispositifs de protections utilisés par la population présentent des failles qui aggravent encore leur vulnérabilité pendant les inondations. Les eaux courantes, mettent en péril la vie des populations et surtout pour celles qui sont installées dans les bas-fonds. Ce phénomène perturbe les activités économiques et la vie des populations surtout celles installées dans les lits ou sur les bords des *ouadis*. En plus de tous ces problèmes, la ville fait face aujourd'hui à un problème d'alimentation en eau potable et au manque des dépotoirs de déchets publics. L'absence de ces derniers, a favorisé la prolifération des dépotoirs spontanés, non entretenus par les autorités locales et les populations qui obstruent aujourd'hui les lits des *ouadis*, les canaux des drainages artificiels et constituent un obstacle pour les écoulements des eaux pendant la saison pluvieuse. De la sorte, le problème traité dans ce deuxième axe de recherche est celui du poids ou de l'influence des différents facteurs et indicateurs de vulnérabilité qui se combinent entre elles

d'une part et avec les aléas climatiques d'autre part pour justifier les catastrophes climatiques de plus en plus observées depuis bientôt 20 ans à Abéché.

4.3. Adaptation aux impacts des inondations à Abéché

Les populations, les autorités locales et nationales et surtout les ONG et autres partenaires techniques et financiers comme (OCHA, 2020) constatent que les inondations font des dégâts de plus en plus importants de plusieurs natures au Tchad et plus spécifiquement à Abéché. Dans cette ville les pertes et dommages dues aux inondations en moins de vingt ans paraissent énormes. Les mesures d'adaptation sont bien sûr déployées par les populations et les groupes d'acteurs cités ci-dessus. Le problème qui concentre l'étude dans ce troisième axe est celui de l'inadéquation d'une adaptation face aux impacts multiples et complexes mal évalués ou sous évalués dans un contexte où les projections annoncent que les prochaines années et décennies connaîtront davantage les inondations en milieu sahélien.

Vulnérabilité de la ville d'Abéché face aux inondations des deux dernières décennies en contexte des changements climatiques.

5. Questions de recherche

5.1. Question générale

Quels sont les facteurs de vulnérabilité de la ville d'Abéché face aux inondations de ces deux dernières décennies en contexte des changements climatiques ?

5.2. Questions spécifiques

1. Quels sont les aléas climatiques responsables des inondations dans la ville d'Abéché ?
2. Quels sont les facteurs d'exposition et de sensibilité aux risques d'inondation dans la ville d'Abéché ?
3. Quels sont les mesures adaptées aux risques d'inondation dans la ville d'Abéché ?

6. Hypothèses de recherche

6.1. Hypothèse générale

Face à la variabilité et aux changements climatiques et dans un contexte sahélien, les facteurs naturels et les facteurs anthropiques déterminent la vulnérabilité de la ville d'Abéché aux inondations

6.2. Hypothèses spécifiques

1. La variabilité et les changements climatiques, en zone sahélienne sont les déclencheurs des inondations dans la ville d'Abéché.
2. La ville d'Abéché est exposée et sensible aux risques d'inondation généralement catastrophiques.
3. Les mesures d'adaptations aux risques d'inondation dans la ville d'Abéché ont besoin d'être améliorées.

7. Objectifs de recherche

7.1.Objectif général

Analyser les facteurs qui déterminent la vulnérabilité de la ville d'Abéché aux risques d'inondation

7.2.Objectifs spécifiques

1. Identifier les aléas climatiques à l'origine des inondations dans la ville d'Abéché
2. Identifier les facteurs d'exposition et de sensibilité de la ville d'Abéché aux risques d'inondation
3. Identifier les mesures d'adaptation à l'œuvre afin de dégager les besoins en adaptation de la ville d'Abéché face aux inondations

8. CADRE THEORIQUE, NORMATIF, CONCEPTUEL ET OPERATIONNEL

Dans cette partie, il est question de présenter les approches théoriques, les normes et les concepts qui enrichissent notre problématique.

8.1.Approches ou modèles de la Vulnérabilité

Les approches les plus adaptées au contexte de notre zone d'étude sont brièvement exposées. Il s'agit de la théorie de la motivation à la protection, de l'approche de top down et de bottom-up ou contextuelle.

8.1.1. Théorie de la motivation à la protection

Est un modèle qui explique comment les individus sont motivés à se protéger. Selon cette théorie, cette motivation repose sur deux processus cognitifs : l'évaluation de la menace (ou la perception du risque) et l'évaluation de la capacité à y faire face (Kouabenan, 2007). Si l'évaluation de la menace conduit à un niveau minimal de peur ou d'inquiétude, l'évaluation de la capacité à faire face au risque est prise en compte (Grothmann et Reusswig, 2006). Après cette évaluation, si le risque est perçu comme élevé mais la capacité à faire face est faible, la personne peut adopter des mesures non protectrices telles que le déni, la pensée magique ou le fatalisme. Bien que ces mesures ne préviennent pas les dommages matériels, elles peuvent diminuer les conséquences émotionnelles associées à la menace, comme la peur (Grothmann et Reusswig, 2006). En revanche, si le risque est perçu comme élevé et la capacité à faire face est jugée suffisante, la personne sera motivée à mettre en place des mesures de protection pour prévenir les dommages.

8.1.2. Approche top down ou descendante

La démarche dite top down est basée sur la combinaison de plusieurs méthodes. Elle permettra d'analyser les anomalies pluviométriques, les tendances pluviométriques et de mesurer la vulnérabilité à travers l'exposition des biens et des personnes face aux risques d'inondation (Tomety, 2017). Cette approche passe par l'étude des scénarios climatiques, pour comprendre la vulnérabilité aux changements climatiques et leurs impacts potentiels sur les populations (Amanejieu, 2015). Elle est utilisée par le (GIEC, 2007) et donne la primauté à l'étude de l'exposition aux changements climatiques comme facteur explicatif de la

vulnérabilité d'une société (Fussel, 2006) cité par (Tomety, 2017). Certains auteurs tels que (Van Aalst et al. 2008) ; ont souligné les limites de cette approche ; car elle donne la primauté à l'étude de scénarios climatiques et accorde une moindre importance à celles des populations. Pour (Baudoïn, 2012 ; cité par : Tomety, 2017), proposer des mesures de réduction de la vulnérabilité qui ne prennent pas en compte les contextes socio-économiques et culturels dans lesquels elles prennent place ne permettent pas de dresser les causes de la vulnérabilité de la population dans leur ensemble et risque de se heurter à des oppositions locales et des échecs.

8.1.3. Approche bottom-up, ascendante ou encore contextuelle

Cette méthode est adoptée des travaux de (Tomety, 2017 et Amanejieu, 2015), jugée importante pour notre étude. Elle passe par l'élaboration des fiches d'enquête auprès de la population des institutions sur le terrain pour compléter les données climatiques préexistantes afin de percevoir les causes et les impacts des inondations. Et en suite d'identifier les zones vulnérables ainsi que leur nature de vulnérabilité aux inondations, de mieux apprécier le degré de vulnérabilité de ces zones exposées aux inondations, appréhender la perception des populations sur le degré d'acceptabilité sociale des risques d'inondation et les mécanismes de mitigation sur la réduction des risques d'inondation dans la ville de d'Abéché. Ces enquêtes ont été administrées dans un premier temps aux ménages âgés de 40 ans avec 30 ans sur place et cela est pour bien appréhender la question des changements climatiques, la dynamique urbaine et leur expérience sur les inondations vécues. Pour cela, des questionnaires fermés, semi-fermés et ouverts ont été adressés pour bien appréhender la perception de la population sur ce phénomène. L'intérêt de cette approche est qu'elle présente un lien étroit entre l'évaluation et la réduction de la vulnérabilité. La mise en exergue de l'autoanalyse de la vulnérabilité par les populations, elles-mêmes victimes des inondations, contribue à mieux cerner les mesures endogènes de réduction des risques d'inondation pratiquées à l'échelle locale par ces populations afin d'adjoindre d'autres mesures plus robustes et contextualisées au milieu récepteur.

Dans le cadre de cette étude, cette théorie a permis d'avoir une large connaissance de la perception des risques d'inondation par les populations, les collectivités locales, les ONG et autres acteurs afin de les analyser et comprendre la vulnérabilité de la population aux inondations dans la ville d'Abéché.

Tout compte fait, ces théories ont servi de modèle explicatif à notre recherche à travers une analyse des réalités vécues par la population dans les lits et berges des *ouadis* dans la ville d'Abéché. Le manque d'espace et la pauvreté obligent la population à s'installer dans les zones à risque. La perception de la population sur leur vulnérabilité aux inondations, aux impacts qu'elle ressent et les stratégies d'adaptations développées peuvent nous aider à bien comprendre et évaluer la vulnérabilité. L'approche contextuelle à travers l'analyse du contexte de vies des populations, qui génèrent un certain degré de vulnérabilité permet de comprendre comment ces dernières sont perturbées par les impacts des changements climatiques Amanejieu (2015). L'analyse de la vulnérabilité dans un contexte des changements climatiques permet de proposer des mesures durables de réduction de la vulnérabilité (Amanejieu A et al. 2022).

Cette étude est basée d'une part sur l'analyse des scénarios climatiques en passant par l'analyse de la variabilité climatique à travers les indices, les écarts, les coefficients de variation et la perception de la population sur la variabilité et changements climatiques, et d'autres part sur les facteurs de vulnérabilité aux inondations et les mesures d'adaptation.

8.2.CADRE NORMATIF

Il est question ici de présenter les normes qui enrichissent notre travail. Il s'agit des normes en matière d'urbanisme, Les normes en matière de l'environnement et développement durable et les normes en matière de décentralisation.

8.2.1. Les normes en matière d'urbanisme

Au Tchad, la loi portant Statut des biens domaniaux du Tchad, Loi 67-23 du 22 Juillet 1967, dans son article 25 dit ceci : « les terrains urbains sont, dans chaque centre urbain, divisés en deux catégories. Les terrains de la catégorie **A** qui ne peuvent être construits qu'avec des matériaux durables et les terrains de la catégorie **B** qui peuvent être construits en matériaux provisoires » (Romaric, 2021).

8.2.2. Les normes en matière de l'environnement et développement durable

Selon le résultat du PND « Horizon 2030 » : A l'instar des autres pays, le Tchad s'est engagé à atteindre les ODD liés à l'adaptation aux changements climatiques et à la préservation de la biodiversité. Ce résultat sera atteint à travers les actions suivantes : assurer une gestion durable des ressources naturelles et mettre en œuvre des politiques d'adaptation aux changements climatiques. C'est aussi mettre en œuvre la politique de lutte contre les changements climatiques et pour la préservation de la biodiversité ; mettre en œuvre les pratiques agricoles résilientes vis à vis du climat. Il faut rendre effectif un mécanisme de prévention et de gestion des risques et catastrophes naturelles (les inondations) ; créer, restaurer et sauvegarder les écosystèmes des zones humides et des aires protégées ; assurer la sauvegarde du Lac Tchad. Le système de drainage et d'assainissement est amélioré, l'accès à l'eau potable est renforcé et l'habitat décent est promu. L'amélioration du système de drainage, d'assainissement et de salubrité se fera à travers les actions suivantes : améliorer le cadre institutionnel du secteur de l'assainissement et de drainage ; renforcer les ouvrages de salubrité urbaine et rurale ; améliorer l'accès des populations à un système d'assainissement durable (Romaric, 2021).

8.2.3. Les normes en matière de décentralisation

La décentralisation au Tchad est encadrée par la Loi n° 21/PR/98 du 15 octobre 1998 portant organisation et fonctionnement des collectivités locales et la Loi n° 27/PR/2018 du 27 décembre 2018 portant Code général des collectivités territoriales décentralisées.

Ces lois ont pour objectif de transférer des compétences et des ressources de l'Etat aux collectivités territoriales décentralisées, telles que les communes, les départements et les régions, afin de leur permettre d'assumer leurs responsabilités locales en matière de développement, de services publics, de sécurité et de gestion des ressources naturelles.

Parmi les normes clés figurent les suivantes :

- Les collectivités territoriales ont des compétences spécifiques définies par la loi et peuvent élaborer des plans de développement locaux.
- Les collectivités territoriales sont dirigées par des élus locaux et disposent d'une autonomie financière leur permettant de disposer de leurs propres ressources.
- La participation citoyenne est encouragée pour favoriser la transparence et la reddition de comptes.
- Les collectivités territoriales doivent respecter les lois, les règlements et les politiques nationales dans l'exercice de leurs compétences.
- Les collectivités territoriales peuvent coopérer entre elles et avec les organisations de la société civile pour renforcer leur rôle dans le processus de développement local.

Il est important de noter bien que ces normes soient établies par la loi, leur mise en œuvre effective dépend de nombreux facteurs, notamment la disponibilité des ressources, la capacité des fonctionnaires et des élus locaux, et l'engagement des parties prenantes à tous les niveaux.

8.3.CADRE CONCEPTUEL

Les concepts clés de cette recherche sont : vulnérabilité, inondation, risque, aléa, capacité d'adaptation, sensibilité, exposition, changements climatiques, variabilité climatique et résilience.

➤ Changements climatiques

Les changements climatiques font référence à un changement dans l'état ou la variabilité du climat. Les changements climatiques sont identifiés par une variabilité des propriétés du climat qui persiste durant une période prolongée et qui peut être identifiée à des tests statistiques (CCNUCC, 2020)

➤ Variabilité climatique

La variabilité climatique fait référence aux variations de l'état moyen du climat à toutes les échelles temporelles et spatiales, qui dépassent les échelles typiques des événements météorologiques (CCNUCC, 2020).

➤ Vulnérabilité

La vulnérabilité dépend du caractère, de l'importance et du taux de variation climatique auxquels un système est exposé, de sa sensibilité et de sa capacité d'adaptation. Généralement, la vulnérabilité renvoie à une situation de fragilité (Feumba R. A.,2017).

Cependant, la vulnérabilité inclut également les difficultés qu'une société mal préparée rencontre pour réagir à la crise, puis pour restaurer l'équilibre en cas de sinistre (perturbations directes et indirectes, immédiates et durables) (Aude Nuscia, et al. 2017).

La notion de vulnérabilité ; Etroitement liée à la notion de risque, la vulnérabilité représente la mesure dans laquelle un système est sensible aux dommages et incapable de faire face aux effets défavorables du risque (dans le cadre de notre étude : inondation). C'est en fait une notion qui met en exergue l'inégalité des dommages et pertes des différents écosystèmes, des sociétés humaines et des infrastructures face à un phénomène donné. Pour une même exposition, l'impact peut être différent (Manuel, 2019).

La vulnérabilité peut être considérée comme une fonction des risques, des dangers, de l'exposition et des options et réponses d'adaptation (Fall, B., J.P. Correa, S. Sarr, 2011). Selon eux, on peut ainsi distinguer :

- **La vulnérabilité biophysique** : elle porte sur les processus écologiques de la vulnérabilité, l'exposition et la susceptibilité à des processus de changements environnementaux. Elle se mesure avec des indicateurs du type : extension de la période de croissance, saison sèche/pluies, risque d'inondation/crues etc.
- **La vulnérabilité sociale** : elle renvoie aux déterminants politiques, socioéconomiques, culturels et institutionnels de la vulnérabilité et se mesure avec des indicateurs du type : éducation, revenus, pauvreté et autres données comme le capital social, la diversification des moyens d'existence, foncier, etc.

La vulnérabilité à trois principales dimensions : l'exposition à un aléa ou à un risque, la sensibilité et la capacité d'adaptation (Feumba R. A. 2017). Certains auteurs (Adelphi, 2007 ; cité par : GIZ, 2015). Dans le même sens, Feumba R. A. (2017) y ajoutent l'impact potentiel.

Dans cette étude, la vulnérabilité renvoie aux facteurs physiques, sociodémographiques, économiques, infrastructurels et institutionnels.

➤ **Inondation**

Étymologiquement : Le mot inondation vient du latin : « inonder » qui signifie submersion Madi (2014). Au sens large, les inondations comprennent les débordements d'un *ouadis*, les remontées de nappes, les ruissellements résultant de fortes pluies d'orages, les inondations par rupture d'ouvrages de protection, les inondations estuariennes résultant de la conjonction de fortes marées, de situations dépressionnaires et de la crue des fleuves (k. Djebali, 2015). Une inondation est une submersion temporaire d'une zone habituellement sèche, par des eaux. Elle peut être un phénomène régulier ou catastrophique et peut se produire lentement ou très rapidement selon les conditions topographiques et météorologiques de la zone affectée (Romaric, 2021).

➤ **Aléa**

Le GIEC (2021), définit l'aléa comme l'apparition éventuelle d'un événement physique naturel ou anthropique ou d'une tendance pouvant causer la perte de vie, des blessures ou autres effets sur la santé ainsi que des dommages et des pertes sur les propriétés, les infrastructures, les moyens de subsistance, les services, les écosystèmes et les ressources environnementales IPCC, 2014).

GIZ (2015), définit l'aléa comme un événement physique potentiellement dommageable, un phénomène ou une activité humaine pouvant causer des blessures ou la perte de vie humaine, des dommages sur les propriétés, une perturbation sociale, économique et/ou environnementale.

Un aléa climatique est un événement ou phénomène climatique plus ou moins prévisible, hors de contrôle. On décrit un aléa par sa nature ; sa localisation, sa fréquence

(probabilité ou date d'occurrence) et son intensité. Comme aléa climatique, on peut citer tempête, canicule, vague de froid, fortes précipitations ou sécheresse accusée (GIZ, 2015).

➤ **Risque**

Le risque d'inondation peut être défini comme un événement dommageable, doté d'une certaine probabilité, liée à la conjonction de l'aléa inondation et de la vulnérabilité de la société Madi (2014). Le risque est « la combinaison de la probabilité d'occurrence d'un aléa et des conséquences pouvant en résulter sur des éléments vulnérables d'un milieu donné » (Tanguay L. P. 2017).

Le risque est exprimé suivant la formule non mathématique **Risque = Aléa x Vulnérabilité**. L'aléa est composé des éléments naturels du milieu qui, lorsqu'ils sont réunis peuvent concourir au danger, et la vulnérabilité constitue l'ensemble des dégâts que peuvent subir l'homme aussi bien dans son intégrité physique que par rapport à ses biens (Olivier LEUMBE LEUMBE et al. 2015).

Risque = Alea * vulnérabilité (Barroca, 2006).

➤ **Capacité d'adaptation**

La capacité d'adaptation c'est la capacité d'un système, d'une communauté ou d'un individu à s'adapter aux effets et aux impacts des changements climatiques (y compris de la variabilité climatique). Elle dépend essentiellement des ressources économiques, sociales et humaines d'une société. La faculté d'adaptation des humains dépend des facteurs tels que la richesse, la technologie, l'éducation, l'information, les compétences, les infrastructures, l'accès aux ressources et les capacités de gestion Fall, B., J.P. Correa et S. Sarr 2011).

Selon le (GIZ, 2015), la capacité d'adaptation est d'ajustement d'un système à des changements climatiques (y compris la variabilité climatique et les extrêmes) afin d'atténuer les dommages potentiels, de tirer parti des opportunités ou de faire face aux conséquences. Elle se mesure à travers : le savoir (niveau d'instruction et de prise de conscience sur les changements climatiques, la diffusion d'informations climatiques et météorologiques) ; la disponibilité et l'accessibilité aux possibilités technologiques pour l'adaptation ; les aspects institutionnels, légaux et liés à la gouvernance de l'économie (PIB), taux d'activités, de chômage ; les revenus domestiques, les dépenses alimentaires.

➤ **La résilience**

Selon le (GIEC, 2001), la résilience est la capacité des systèmes sociaux, économiques ou écologiques à faire face aux événements dangereux, tendances ou perturbations à y réagir et à se réorganiser de façon à conserver leurs fonctions essentielles, leurs identités et leur structure, tout en maintenant leurs facultés d'adaptation, d'apprentissage et de transformation.

➤ **La sensibilité**

La sensibilité quant à elle est le degré auquel un système est influencé positivement ou négativement par la variabilité du climat ou les changements climatiques (Feumba R. A. 2017).

Selon la GIZ (2015), « la sensibilité est typiquement façonnée par les caractéristiques de l'environnement naturel ou physique d'un système dont la topographie, la capacité de résistance des différents types des sols à l'érosion et le type de couverture du sol. Elle se réfère également aux activités humaines ».

➤ Exposition

Selon le GIEC (2014), l'exposition est la nature et le degré auxquels un système est soumis à des variations climatiques significatives. C'est aussi la présence de personnes, de moyens de subsistances, d'espèces ou d'écosystèmes, de fonctions environnementales, de services et de ressources, d'infrastructures ou de biens économiques, sociaux ou culturels dans des zones susceptibles d'être affectées négativement. L'exposition renvoie à la fois à la nature de situations climatiques et aux attributs biophysiques d'un système comme sa situation géographique et son écosystème (Feumba R. A. 2017).

➤ Anomalies (climatiques)

Fluctuations climatiques dont l'amplitude sort de la norme des fluctuations observées, c'est-à-dire est assez éloignée de la moyenne climatique (GIZ, 2015).

Tableau 1: Opérationnalisation de la variable indépendante : inondation dans la ville d'Abéché

Dimension	Sous dimension	Indicateur	Sous indicateur ou indice	
	Pluviométrie	Écart pluviométrique annuel	L'année la plus pluvieuse, le plus sèche, anomalie (SPI), coefficient de var	
		Écart pluviométrique mensuel	Pluviométrie extrême	Durée, jour, mois, hauteur, intensité
			Les jours le plus pluvieux	Hauteur, durée et intensité
			Hydrographie	Forme de bassin versant
	Hydrographie	Type des réseaux de drainages	Canaux, drainage naturel	
		Réseaux hydrographiques	Moins dense, plus dense	
		Densité de drainage		
		Origine des écoulements	Externe ou interne	
	Géomorphologie	Type de pente	Forte ; moins forte, faible ; très faible	
		Structure du sol	Argileux, sableux,	
		Topographie	Dépression, plaine, plateaux, basfonds, colline, plateau	
Humaine	Occupation du sol	Nombre d'habitats dans les zones à risque d'inondation	Nombre des maisons détruites, maison sinistrées	
		Type d'occupation du sol	Anarchique, loti	
		Type de construction	En dur, argile, banco, autre	
	Socio-économiques	Destruction des maisons	Nombre des maisons détruites	
		Destruction des infrastructures	Publiques et privés	
		Perte des biens et des personnes	Marchandise, Argent, hangars	
		Taux des maladies	Nombre des personnes morts, blessés	

Tableau 2: Opérationnalisation de la variable dépendante : vulnérabilité de la population

Dimensions	Sous dimension	Indicateurs	Sous indicateur
Vulnérabilité physique	Milieu physique	Réseau hydrographique	Dense, moins dense
		Relief plat/accidenté	Platitude du relief
		Type de pente	Forte faible
	Milieu écologique	Distance des maisons avec les cours d'eau	Proche, dans le lit, très poche, éloignée
		Stagnation des eaux	Durée
Vulnérabilité infrastructurale	Infrastructures Sociales	Distance avec les centres de santé plus proche	200-400m, 400-1km, plus de 1km
		Existence des routes praticables	Oui, non
	Moyen de transport et de communication	Moyen de déplacement de population	Racha, mototaxi, voiture, motos
		Distance des quartiers avec le centre des santés le plus proche	200-400m, 400m-1km, plus de 1km
		Accès à aux routes praticables	Difficile, très difficile, facile
	Bâtiments	Matériaux de construction de maisons	Argile, briques, paille, dur
		La durée de submersion	Moins de 24h, 24-48h, plus de 48h
		Type d'habitat	En dur, banco, argile
	Réseau d'assainissement	Qualité de drains naturels	Obstrué, non obstrué
	Vulnérabilité économique	Socio-sanitaire	Répartition de centres de santé et ratio
Couverture sanitaire			Précaire
Economique		Rupture des activités	Oui/non
		Durée de submersion des eaux	24h, 48h, plus de 48h
		Temps de retours aux activités	24h, 48h ou plus
Vulnérabilité sociale	Sociodémographique	Structure de population	Age, sexe, revenu, statut matrimonial
		Taille de la population	Nombre des personnes à charge (enfant, enfant parent, enfant-parent-épouse, épouse et enfant, parent)
		Niveau d'étude des ménage	
Vulnérabilité institutionnelle	Urbanisation	Forme de l'occupation de l'espace	Anarchique, loti
		Démographie	Augmentation rapide de la population
	Gouvernance locale	Mairie	Manque de gestion
		Service de l'urbanisme	Manque de gestion foncière

9. Méthodologie

Ainsi, nous avons adopté une méthodologie qui tourne autour de deux principaux aspects : la collecte de données, leur traitement et leur analyse.

9.1. La collecte des données

Elle a consisté en une intense collecte de données à travers la recherche bibliographique, les observations directes de terrain, l'enquête par questionnaire et les entretiens.

9.1.1. La recherche bibliographique

Nous avons recensé les écrits antérieurs qui ont abordé le même thème afin de cerner la limite et l'état de connaissance du phénomène. Concernant la recherche documentaire numérique, l'outil Internet a facilité la recherche sur la revue de littérature, grâce aux documents téléchargés en ligne à travers des sites tels que : Mémoire « online » a permis d'avoir un aperçu des travaux de mémoires et de thèses. A travers Google Scholar, les mémoires et thèses, des ouvrages généraux, des articles scientifiques ont été acquis. La recherche documentaire s'est faite dans les bibliothèques et archives. Le choix du sujet s'est fait grâce aux lectures dans plusieurs structures compétentes en la matière notamment : la bibliothèque du département de géographie, de la faculté des Arts Lettres et Science Humaine ; bibliothèque centrale de l'université de Yaoundé I ; celle de l'AEFALSH. Nous avons consulté les mémoires, les articles, les thèses, les rapports des ONG, afin de bien évaluer la situation.

9.1.2. Données des observations directes sur le terrain

Cette phase concerne notre contact avec le terrain. Tout au long de la période de préparation de notre mémoire, nous avons visité les zones inondables en observant le déroulement du phénomène et en prenant quelques photos illustratives. Outre, nous avons également regarder des vidéos publiées par les journaux tels que (alwihdainfos.com, media info, Toumai...) et qui nous ont servi à l'interprétation et compréhension du phénomène. Nous avons capturé ensuite quelques photos des vidéos regardées pour servir comme illustration.

Plusieurs outils et méthodes ont été nécessaires sur le terrain pour la collecte de données, il s'agit entre autres des observations directes appuyées par les prises d'images (photographies), des mesures des hauteurs d'eau ont été évaluées en se basant sur la perception des personnes enquêtées.

9.1.2.1.L'appareil photographique

Nous avons utilisé un appareil numérique, il nous a servi pour filmer les lieux inondés, nous avons aussi filmé les dommages causés par les inondations afin de nous en servir comme illustration.

9.1.3. Enquêtes par questionnaire au niveau des ménages

Cette enquête a couvert uniquement les zones jugées sensibles sur la base des documents et orientations de travaux de la mairie. Elles ont concerné l'ensemble des concessions indiquées par l'enquête précédant et validé par nous. La collecte des données proprement dite s'est faite à l'aide d'un questionnaire adressé aux ménages retenus. Le questionnaire était prioritairement renseigné par le chef de ménage ou à défaut par un membre du ménage âgé d'au moins 40ans et y ayant résidé pendant plus de 30 ans. Les variables enregistrées sont relatives à l'occurrence des inondations, aux habitudes et comportements face aux inondations, aux pertes enregistrées, et aux travaux/ investissements après les inondations et les besoins en adaptations.

9.1.3.1. Choix de la taille de l'échantillon et méthode d'échantillonnage

La population totale dans le cadre de cette étude est constituée de l'ensemble des ménages de 6 arrondissements de la ville d'Abéché. Mais la population cible sont les ménages

qui se trouvent près des ouadis, installée dans des zones à risque. C'est autour de la population cible qu'on a tiré la taille de l'échantillon. Ainsi, la méthode d'échantillonnage par effet boule de neige a été utilisée. Dans cette méthode, l'actuel ménage enquêter nous oriente sur le prochain ménage à enquêter. La population totale est évaluée à plus de 200000 habitants selon la mairie de la ville d'Abéché. Nous avons retenu un échantillon de 210 ménages. A travers nos observations sur le terrain et les entretiens avec les services de la mairie et celui du cadastre nous avons obtenu des informations qui ont guidé notre échantillonnage.

Compte tenu de la taille relativement importante de la ville, l'étude a été circonscrite dans des quartiers bien précis ciblés dans des différents arrondissements (Riyad, Dabanayir, Amsoudourié, saffay, zongo, Motobono, dabanair, djatinié, hilele, agat-mamit, Agat brich, amsoudourié, agat- rachid, ardal-habaib, Hile-kinin ; goz-amir, Taradona, agat-mamit, digueri, sika1, sika2, salamat, djam tata, djarmayé, chitié, amirié). Ces quartiers ont été choisis en tenant compte de leurs localisations et en tenant compte des inondations récentes. Plus que les critères de comparaison, ce sont les critères d'exposition au phénomène à étudier qui ont guidé les choix. En effet, avec les inondations du 21 /06/ 2021 ces quartiers de la ville ont été plus ou moins touchés. Le choix des ménages dans chaque quartier retenu a été fait sur la base de leur proximité aux sources du risque (ouadis, marigots, canaux) existant dans le quartier. C'est-à-dire que les concessions sont choisies en fonction de leur degré élevé de vulnérabilité au risque. L'ancienneté dans le quartier et l'âge des personnes interrogées ont été des critères primordiaux dans l'échantillonnage.

Tableau 3: Répartition des enquêtes par arrondissement

Les arrondissements	Les quartiers enquêtés	Nombres des personés enquêtés	%
1 ^{er} arrondissement	kaminé 1,2, 3, Hayalmatar , Hile Tama, Al-Badrié	35	16,67
2 ^{ème} arrondissement	Agat mamit, Agat Brich, Taradona, Salamat, Djam tata	35	16,67
3 ^{ème} arrondissement	Dabanair, Amsoudourié, Hilelé, Riyad, Taiba, Motobono	35	16,67
4 ^{ème} arrondissement	Agat rachid, Ahmat Albadawi, Kabartou, Ardal-Habaib, Hilé kinin, Babar	35	16,67
5 ^{ème} arrondissement	Goz Amir, Farik Alchatié, Bendjadid, Babalrahma ,Kado	35	16,67
6 ^{ème} arrondissement	Saffay, Zongo, Djatinié, Digueri, Amrié, AL-djazira, Algouvernaurat	35	16,67
TOTAL	34	210	100

Sources : enquêtes de terrain, septembre 2022.

9.1.3.2. Kobotoolbox et Kobcollect : Utilisation pour une enquête mobile

Le plateforme Kobotolobox qui est un serveur en ligne développé par Harvard initiative humanitaire avec le soutien du bureau des Nations unies pour la coordination de l'assistance humanitaire (OCHA). Kobotolobox est utilisé principalement par des chercheurs œuvrant dans les pays en développement, les organisations non gouvernementales, etc. Nous avons d'abord créé un compte sur le lien <https://kf.kobotoolbox.org> . Après la création du compte, nous avons saisi nos questionnaires, et les déployés dans une application appelée Kob collecte disponible

en ligne. Nous l'avons téléchargé et installé sur notre téléphone de marque Samsung A 11 avant de commencer la collecte des données. La collecte des données est automatique et ne nécessite pas des données internet sauf la version ODK pour iPhone. Une fois fini avec la collecte, nous avons envoyé les données dans le serveur Kobotoolbox afin de les trier et choisir les bonnes informations en version Excel. Ce serveur est équipé d'un GPS, qui nous a servi pour la cartographie des zones à risque.

9.1.4. Les données socio-économiques et démographiques

Les données socio-économiques et démographiques ont été tirées de la littérature, des rapports des ONG, de recensements (RGPH2) et des archives de la mairie. Elles concernent l'accroissement de la population et l'arrivée des réfugiés de 2009-2020. Les données spatiales concernent l'évolution spatiale de la ville depuis 1850 jusqu'à 2020.

9.1.5. Les données climatiques

Nous avons essentiellement travaillé avec les données climatiques obtenues de l'ANAM (Agence Nationale de la Météorologie) sur la période de 1990 à 2021. Il s'agit de cumuls pluviométriques annuels, mensuels et journalières, des données de températures annuelles et mensuelles (moyennes, minimales et maximales) et des vents (vitesses moyennes de vents) et insolation. Ces données nous ont permis d'analyser la pluviométrie, la température, l'humidité, la vitesse de vent afin de ressortir la variabilité climatique sur une longue durée. Ces données ont permis d'analyser les aléas qui sont responsables des inondations à Abéché.

9.1.6. Les données hydrologiques

Les données hydrologiques dans cette étude concernent les paramètres qui caractérisent le bassin versant de la ville d'Abéché. Ces dernières sont obtenues par extraction sur Arc GIS à travers la réalisation des cartes. Il s'agit de la longueur de *ouadis*, la densité de drainage, la surface du bassin versant, le périmètre de bassin versant...

9.1.7. Les données sur les risques et catastrophes climatiques

Compte tenu de difficulté d'accessibilité aux archives et par absence d'un répertoire sur les inondations à Abéché couvrant notre période d'étude, nous avons jugé bon de tirer profit principalement des rapports des ONG telles que OCHA, CLUSTER, des rapports produits mensuellement qui concerne les risques d'inondation au Tchad en générale. Nous avons pu obtenir quelques évènements qui concernent la ville d'Abéché. Les dates et les descriptions de certains évènements proviennent des vécus des personnes enquêtées. Cependant, en exploitant les anciennes archives des ONG, la mairie et journaux, on peut obtenir plus. Ce manquement est dû aux difficultés d'accessibilité.

9.1.8. Les données spatiales et cartographiques

Nous avons obtenu les cartes socio-sanitaires et démographiques de la littérature (mémoires et Rapport des ONG). Les données qui ont permis de générer les autres cartes telles que les fonds des cartes et les données permettant de le meubler sont tirées de datum-wgs84 Les bassins versant ont été générés grâce à un DEM ASTER de 30 m et grâce au logiciel Arc hydro tool. Les cartes de vulnérabilité, de l'aléa et de risque ont été analysées avec une image

sentinel 2 avec le logiciel Arc Gis 10.8. Toutes les autres cartes ont été réalisées grâce aux données collectées sur le terrain (2022). L'échelle de ces cartes est de 1/40000^e et ces cartes ont été réalisées par MAHAMAT Ahmat Tidjani et Akamba.

9.1.9. Approche par entretien

Outre, les enquêtes domiciliaires, nous avons effectué des entretiens avec des personnes ressources de certaines institutions de la ville. Au total 3 interviews ont été réalisées avec des responsables gouvernementaux et non gouvernementaux considérés comme personnes ressources ou ayant des positions clés dans la planification stratégique nationale du développement à long terme. Il s'agit notamment de 3^{ème} Maire adjoint de la ville d'Abéché et l'adjoint Délégué du service du CADASTRE.

9.2. Traitement, Analyses et interprétation de données

Dans cette partie, nous présenterons les outils, et les méthodes qui nous ont permis d'analyser et interpréter les données.

9.2.1. Traitement de données socioéconomiques

Le logiciel Excel est celui que nous avons utilisé dans cette partie du travail pour traiter les données recueillies sur le terrain. Il a permis par le biais de ses différentes fonctionnalités de mettre en évidence non seulement des tableaux, des graphes, et des figures pertinentes, reflétant la réalité du terrain. Ce logiciel nous a été utile dans le traitement des données issues de nos différents questionnaires. Les informations recueillies ont été traitées en fonction de leur nature. Le logiciel Qgis et Arc Gis 10.8 ont permis de réaliser toutes les cartes qui sont présentées dans ce document.

9.2.2. Traitement des données climatiques

Nous présentons ci-dessous les principales analyses effectuées au niveau des précipitations et des températures. Nous avons utilisé le logiciels Microsoft Excel pour de traitement des données climatiques. La statistique descriptive nous a servi pour calculer les variables telles que les coefficients de variation, le rapport à la normale, les écarts à la moyenne, les indices standardisés des précipitations (SPI) afin de bien cerner la variabilité climatique. Les indices standardisés de précipitations ont été calculées pour mettre en évidence les anomalies de précipitations annuelles, mensuelles et saisonnières et dégager celles qui causent des inondations à Abéché. L'analyse pluviométrique se fonde aussi sur les données journalières des précipitations afin de ressortir la variabilité au niveau journalier et leur relation avec les occurrences des inondations.

9.2.2.1. Détermination du coefficient de variation (CV)

Le CV est calculé en faisant le rapport de l'écart-type de la série sur la moyenne de cette même série. La valeur du CV est exprimée en pourcentage en le multipliant par 100 afin de faciliter son interprétation d'après la classe de valeurs du CV de (Hare, 1993 ; cité par : (Romaric, 2021). La formule suivante a été utilisée pour le déterminer : elle permet d'analyser la variabilité du climat à travers une analyse décanale.

$$CV = \frac{\delta}{\bar{X}} \times 100 \quad \text{Où : } \bar{X} = \text{moyenne et } \delta = \text{écart-type}$$

$$\delta^2 = \text{Variance et } \bar{X} = \sum \frac{ni}{N}$$

$$\delta = \sqrt{\delta^2} \quad \delta^2 = \frac{1}{n} \times \sum (X_i - \bar{X})^2$$

Ainsi, une fois détecter le CV le tableau est utilisé pour l'interprétation de sa valeur.

Tableau 4: Classes des valeurs du CV en %

Intervalle des valeurs en %	% Signification
<20	Moins variable
25-29	Modérément variable
>30	Fortement variable

Source : Hare, 1993

9.2.2.2. Calculs des écarts à la moyenne

Les écarts à la moyenne ont été calculées pour appréhender la variabilité interannuelle, mensuelle et saisonnière des précipitations.

$$X = pi - pm \quad \text{Où } x = \text{écart } pi = \text{précipitation totale} \quad pm = \text{précipitation moyenne}$$

9.2.2.3. Calculs des indices standardisés des précipitations (SPI) :

L'indice standardisé des précipitations autrement appelé en Anglais, Standardized precipitation, est créé par (McKee et al. (1993) ; cité par : Romaric, 2021) est conçu pour la quantification du déficit des pluviométries à plusieurs échelles de temps donné. Cet indice a été utilisé pour déterminer les périodes humides extrêmes d'anomalies négatives et positives afin de comprendre si les inondations ont une relation avec la variabilité climatique.

$$SPI = (pi - pm) / \sigma$$

Avec **Pi** : Précipitation de l'année i ; **Pm** : Précipitation moyenne ; **σ** : Déviation standard ou écart type.

(McKee *et al.*, (1993) cité par : Romaric, 2021) a développé cet indicateur afin de faire ressortir l'impact de la période étudiée (ex. 1, 2, 3 mois) sur les différentes périodes.

Tableau 5 : Classification des années selon les valeurs des SPI

Valeurs de SPI	Classes sèches	Valeurs de SPI	Classes humides
0,00 < SPI < -0,99	Légèrement sèche	0,00 < SPI < 0,99	Légèrement Humide
-1,00 < SPI < -1,49	Modérément sèche	1,00 < SPI < 1,49	Modérément Humide
-1,50 < SPI < -1,99	Sévèrement sèche	1,50 < SPI < 1,99	Sévèrement Humide
SPI < -2,00	Extrêmement sèche	2,00 < SPI	Extrêmement Humide

Source : (McKee *et al.*, 1993)

Cette étude prend en compte seulement les séquences humides car ; les années humides peuvent engendrer des inondations.

9.2.2.4. Méthode de classification de climat

9.2.2.4.1. Méthode de Vladimir Koppen

Cette méthode nous a servi de classer le climat de la ville d'Abéché (annexe N° 7).

9.2.2.4.2. Méthode de classification par rapport à la normale

Cette méthode est adaptée des travaux de palmer (1965) et Boken (2005). Selon eux, un mois ou une année est déclaré sec si les précipitations sont inférieures à la normale et déclaré humide si les précipitations sont supérieures à la normale.

9.2.3. Traitement des données hydrologiques

Cette partie concerne les données hydrologiques :

La détermination de l'indice de compacité de Gravelius permet de ressortir la forme du bassin versant.

$$KG = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}} \approx 0,28 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Avec :

KG : est l'indice de compacité de Gravelius,

A : surface du bassin versant [km²], A=1145,9Km²

P : périmètre du bassin [km]. P=186,64Km

Cet indice se détermine à partir d'une carte topographique en mesurant le périmètre du bassin versant et sa surface. Il est proche de **1** pour un bassin versant de forme quasiment circulaire et supérieur à 1 lorsque le bassin est de forme allongée. KG=1.54 donc le bassin versant à une forme allongée

- Si KG = 1 => le bassin versant a une forme circulaire.
- Si KG = 1, 128 => le bassin versant a une forme ramassée.
- Si KG > 1, 128 => le bassin versant a une forme allongée.

➤ **Indice des pentes**

Le relief d'un bassin est caractérisé par des indices influençant le régime hydrologique, représenté par :

$$Pm = \frac{DH}{L} * 100$$

- Pm = La pente moyenne

- DH = Dénivellation maximale de la rivière (m) (est la différence d'altitude entre le point le plus éloigné et l'exutoire)
- L = Longueur de cours d'eau en (Km)

Tableau 6: Récapitulatif des outils utilisés

Outils	Formule	Détails
Pente Moyennes	$P_m = \frac{DH}{L} * 100$	DH = Dénivellation maximale de la rivière (m) L = Longueur du <i>ouadis</i> principal (Km)
Densité de drainage	$D_d = \sum \frac{L_i}{A}$	$\sum L_i$ = Somme de la longueur des <i>ouadis</i> Dans le bassin versant (m) A = Surface du bassin versant (Km ²)
Coefficient de compacité de Gravelius	$KG = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}} = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$	P=Périmètre du bassin versant (Km) A=Surface du bassin versant (Km ²)
Moyennes arithmétiques	$\bar{X} = \sum \frac{n_i}{N}$	n_i =précipitations mensuelles ou annuelles N=Nombre d'années ou de mois
Ecart à la moyenne	$EM = X_i - \bar{X}$	$\sum X$ =Somme des moyennes annuelles de précipitations \bar{X} =Moyenne de précipitations annuelles
Coefficient de variation	$\delta^2 = \text{Variance et } \bar{X} = \sum \frac{n_i}{N}$	\bar{X} = moyenne et δ = écart-type $\delta = \sqrt{\delta^2}$ $\delta^2 = \frac{1}{n} \times \sum (X_i - \bar{X})^2$
Rapport à la normale des précipitations	$RN (\%) = (P_i/P_m) \times 100$	P_i est la précipitation de l'année i et P_m est la précipitation moyenne pour la même période de temps étudiée

9.2.4. Traitement et analyse des données de catastrophes liées au climat

Les données sur les catastrophes ont été introduites dans le logiciels Excel pour générer un tableau comportant la date des évènements, les dégâts qui en résulte (nombre de maisons détruites, nombre de bêtes mortes, nombre de personnes décédées, nombre de sans-abris, nombre de sinistrés et nombre de blessés...

9.2.5. Cartographie et analyse spatiale des phénomènes étudiés

Traitant la question de la vulnérabilité aux inondations dans la ville d'Abéché, la cartographie de la vulnérabilité selon ses différentes dimensions a occupé une place primordiale dans notre étude. Les cartes ont été réalisées dans les logiciels Arc GIS suivant les cas. Les fonds des cartes et les données permettant de le meubler sont tirées de datum-wgs84 (OSM, 2021). Les bassins versant ont été générés grâce à un DEM ASTER de 30 m et grâce au logiciel Arc hydro tool. Les cartes de vulnérabilité, de l'aléa et de risque ont été analysées avec une image Sentinel 2 avec le logiciel Arc Gis 10.8. Toutes les autres cartes ont été réalisées grâce aux données de terrain. En définitive, 3 types de cartes ont été réalisés. Elles concernent l'aléas, le risque, et la vulnérabilité. Le carte d'aléa est générée en se basant sur les facteurs naturels (topographie, hydrographie,), la carte du risque a été générée en combinant les facteurs

physique et humains et la carte de la vulnérabilité physique est générée en combinant tous les facteurs physiques d'exposition et des risques. Conformément à notre cadre théorique, l'analyse de la vulnérabilité par arrondissement s'est effectuée sur la base d'un découpage analytique de la vulnérabilité. Pour cela nous nous sommes inspirés des travaux de (Amanejieu,2015). Le découpage prend en compte les facteurs physique, sociaux, économiques, infrastructurels et institutionnels.

Cette méthodologie de l'analyse de la vulnérabilité adaptée, s'effectue à partir d'un ensemble des indicateurs tels que l'exposition, la sensibilité et la capacité d'adaptation. L'analyse de ces facteurs nous a permis d'évaluer la vulnérabilité de la ville d'abéché aux risques d'inondation.

9.2.6. Analyses des données d'enquêtes et d'entretiens

Les questionnaires remplis et certaines réponses fournies lors des entretiens ont été dépouillés sur Excel. Il s'agit des données qui traitent plusieurs aspects de notre mémoire. Elles nous ont permis de produire des tableaux simples et croisés, des figures et autres indicateurs jugés utiles pour notre travail.

9.2.7. Evaluation de la vulnérabilité

L'étude de la vulnérabilité nécessite une structuration et une synthèse importante. Certains facteurs tels que le sexe, l'âge, le niveau de revenu, le niveau d'instruction, le type d'habitat, les types de matériaux de constructions, les manques de canaux de drainage, la démographie, l'occupation rapide de l'espace, les manques de dépotoirs, l'installation des activités économiques et constructions des maisons dans les lits des cours, la gouvernance, la durée de submersion, le nombre des personnes à charge, les difficultés d'accessibilité à une route praticable pendant les inondations, la distance avec les centres de santé le plus proche... sont des paramètres capitaux qui ont permis l'évaluation de la vulnérabilité dans cette étude. Pour cela, nous avons construit des grilles avec différentes dimensions adaptées des travaux de Amanejieu, 2015.

Tableau 7: Grille d'évaluation de la vulnérabilité

Variable indépendante	Vulnérabilité					
	Faible	Moyenne	Forte
1 ^{ere} Variable						
2 ^{eme} Variable						
3 ^{eme} Variable						
.....						

Source : Adapté d'Amanejieu, 2015.

Pour évaluer le degré de vulnérabilité de la population des ménages aux inondations par arrondissement, il a été établi une grille de vulnérabilité qui comprennent d'un côté les indices (échelles de grandeur) et de l'autre côté des degrés de vulnérabilité attribués à chaque indice selon les critères de vulnérabilité retenus. L'indice 1 correspond à la vulnérabilité forte, 2 à la

vulnérabilité moyenne et 3 à la vulnérabilité faible. Nous nous sommes basés sur le nombre des ménages vulnérables par arrondissement pour déduire la vulnérabilité générale de celle-ci.

Vulnérabilité = Exposition - Capacité d'adaptation Kha et *al.*, (2011) cité par : Romaric, (2021).

Tableau 8: Grille de synthèse de l'évaluation de la vulnérabilité

Echelle de grandeur	Vulnérabilité aux risques d'inondation
1 (1-1.80)	Forte
2 (1.81 à 1.99)	Moyenne
3 (2 à +)	Faible

Source : Adapté d'Amanejieu, 2015

Tableau 9: Synthèse de l'approche d'analyse de la vulnérabilité à Abéché

Dimensions	Sous dimension	Indicateurs
Vulnérabilité physique	Milieu physique	Réseau hydrographique
		Relief plat/accidenté
	Milieu écologique	Type de pente
		Distance des maisons avec les cours d'eau
Vulnérabilité infrastructurelle	Infrastructures Sociales	Stagnation des eaux
		Distance avec les centres de santé plus proche
	Moyen de transport et de communication	Existe-t-il des routes praticables dans votre quartier.
		Moyen de déplacement de population
		Distance des quartiers avec le centre des santés le plus proche
	Bâtiments	Accès à aux routes praticables
		Matériaux de construction de maisons
		La durée de submersion
	Réseau d'assainissement	Type d'habitat
		Qualité de réseaux de drainage
Vulnérabilité économique	Socio-sanitaire	Répartition de centres de santé et ratio
		Couverture sanitaire
	Economique	Rupture des activités
		Durée de submersion des eaux
		Temps de retours aux activités
	Sociodémographique	Structure de population
Vulnérabilité sociale		Taille de la population
Vulnérabilité institutionnelle	Urbanisation	Niveau d'étude des ménage
		Forme de l'occupation de l'espace
		Démographie
	Gouvernance locale	Mairie
		Service de l'urbanisme

Source : Adapté d'Amanejieu, 2015 ; reprenant Feumba et al.2012

9.3.1. Intérêt scientifique

Cette étude a pour intérêt scientifique la production des données nouvelles adaptées aux contextes de nos jours. Puisque la problématique d'inondation n'est pas beaucoup abordée dans la ville d'Abéché. Elle permet aux autres chercheurs de connaître l'état de lieux des inondations ainsi que la vulnérabilité de la population à Abéché. Ce travail contribuera à la diffusion et l'amélioration du savoir sur la zone d'étude en matière de vulnérabilité de la population aux risques naturels. Les données issues du terrain de ce travail et d'autres sources de données pourront constituer une base de données pour les autres chercheurs qui s'intéressent aux thématiques similaires sur la zone d'étude.

9.3.2. Intérêt socio-économique

Cette étude permet de ressortir les effets que subissent la population de la ville d'Abéché. Elle permet aussi de ressortir la destruction des biens et des personnes afin de connaître l'ampleur et évaluer les degrés de risque. Les données permettent de cartographier les lieux inondables afin d'améliorer les mesures d'adaptations sociales et économiques.

9.3.3. Intérêt académique

Le thème s'inscrit dans le cadre de géographie physique à l'Université de Yaoundé I spécialement dans la dynamique de l'environnement et risques. Les données obtenues seront utilisées dans le cadre des autres études qui vont dans le même sens.

9.3.4. Intérêt pratique

Ce travail participe à élucider les problèmes liés aux risques naturels, notamment le risque d'inondation dans la ville d'Abéché. Les résultats pourront servir aux décideurs, aux partenaires de développement, à la société civile etc. dans leur objectif de lutter contre ce phénomène. Donc, il constitue aux acteurs un outil d'aménagement du territoire et d'appui à la sécurité des personnes et des biens dans la zone considérée à risque. Cette étude peut aussi servir pour la population comme un outil de sensibilisation.

9.4. Difficultés rencontrées

Pour la réalisation de ce mémoire, nous sommes confrontés à de nombreuses difficultés notamment sur le terrain et dans les institutions. Ce travail a porté sur la ville d'Abéché, dans tous les arrondissements. Donc la dimension spatiale est très large. Ensuite sur le terrain, l'enquête auprès des ménages n'a pas été facile. Certains ménages ne comprennent pas certains concepts et refusent parfois de répondre aux questionnaires.

En plus, dans les institutions, les entretiens n'ont pas été faciles. Les responsables se déplacent de temps en temps, nous avons eu les difficultés à les rencontrer.

En ce qui concerne les données climatiques, nous avons rencontré beaucoup de difficultés à entrer en possession et surtout les données journalières. L'inaccessibilité aux documents au niveau des institutions étaient très difficile.

Tableau 10: synthèse de recherche

Question de recherché	Objectif de recherché	Hypothèse de recherche	Méthodologie	Chapitres
Question générale : Quels sont les facteurs de vulnérabilité de la ville d'Abéché face aux inondations de ces deux dernières décennies en contexte des changements climatiques ?	Objectif générale : Analyser les facteurs qui déterminent la vulnérabilité de la ville d'Abéché aux risques d'inondation	Hypothèse générale : Face à la variabilité et aux changements climatiques et dans un contexte sahélien, les facteurs naturels et les facteurs anthropiques déterminent la vulnérabilité de la ville d'Abéché aux inondations	<ul style="list-style-type: none"> - Approche qualitative (perception) - Approche quantitative - Approche cartographique Collecte des données (climatiques, hydrologiques, spatiales et cartographiques, socio-économiques, données sur les risques et catastrophes, données démographiques)	Sujet : vulnérabilité aux inondations dans le contexte des changements climatiques à Abéché (climat sahélien, Région du Ouaddaï, Tchad)
Question spécifique1 : Quels sont les aléas climatiques responsables des inondations dans la ville d'Abéché ?	Objectif secondaire1 : Analyser les aléas climatiques à l'origine des inondations dans la ville d'Abéché	Hypothèse spécifique1 : La variabilité et les changements climatiques, en zone sahélo-saharienne sont les déclencheurs des inondations dans la ville d'Abéché.	Analyse de la variabilité climatique à travers des méthodes statistiques (coefficient de variation, écart-type, anomalies, écarts pluviométriques...) avec la démarche top-down Analyse de la dynamique spatiale et démographique, et une partie a été rédigée par la méthode de perception de la population.	Chapitre1 : aléas climatiques et risques d'inondation dans la ville d'Abéché
Question spécifique2 : Quels sont les facteurs d'exposition et de sensibilité aux risques d'inondation dans la ville d'Abéché ?	Objectif secondaire2 : Identifier les facteurs d'exposition et de sensibilité de la ville d'Abéché aux risques d'inondation	Hypothèse spécifique2 : La ville d'Abéché est exposée et sensible aux risques d'inondation généralement catastrophiques.	La démarche bottom-up a été utilisée pour faire une analyse générale des facteurs de la vulnérabilité, montrer les impacts des inondations. La vulnérabilité est évaluée à l'aide grille.	Chapitre 2 : facteurs et indicateurs de la vulnérabilité aux inondations dans la ville d'Abéché
Question spécifique3 : Quels sont les mesures et les besoins d'adaptation de la ville d'abéché aux risques d'inondation ?	Objectif secondaire3 : Identifier les mesures d'adaptation à l'œuvre afin de dégager les besoins en adaptation de la ville d'Abéché face aux inondations	Hypothèse spécifique3 : Les mesures d'adaptations aux risques d'inondation dans la ville d'Abéché ont besoin d'être améliorées.	Présenter les mesures d'adaptation présentes, évaluer leurs limites et proposer des mesures d'adaptations, de préventions et des secours.	Chapitre 3 : adaptations aux impacts des inondations dans la ville d'Abéché

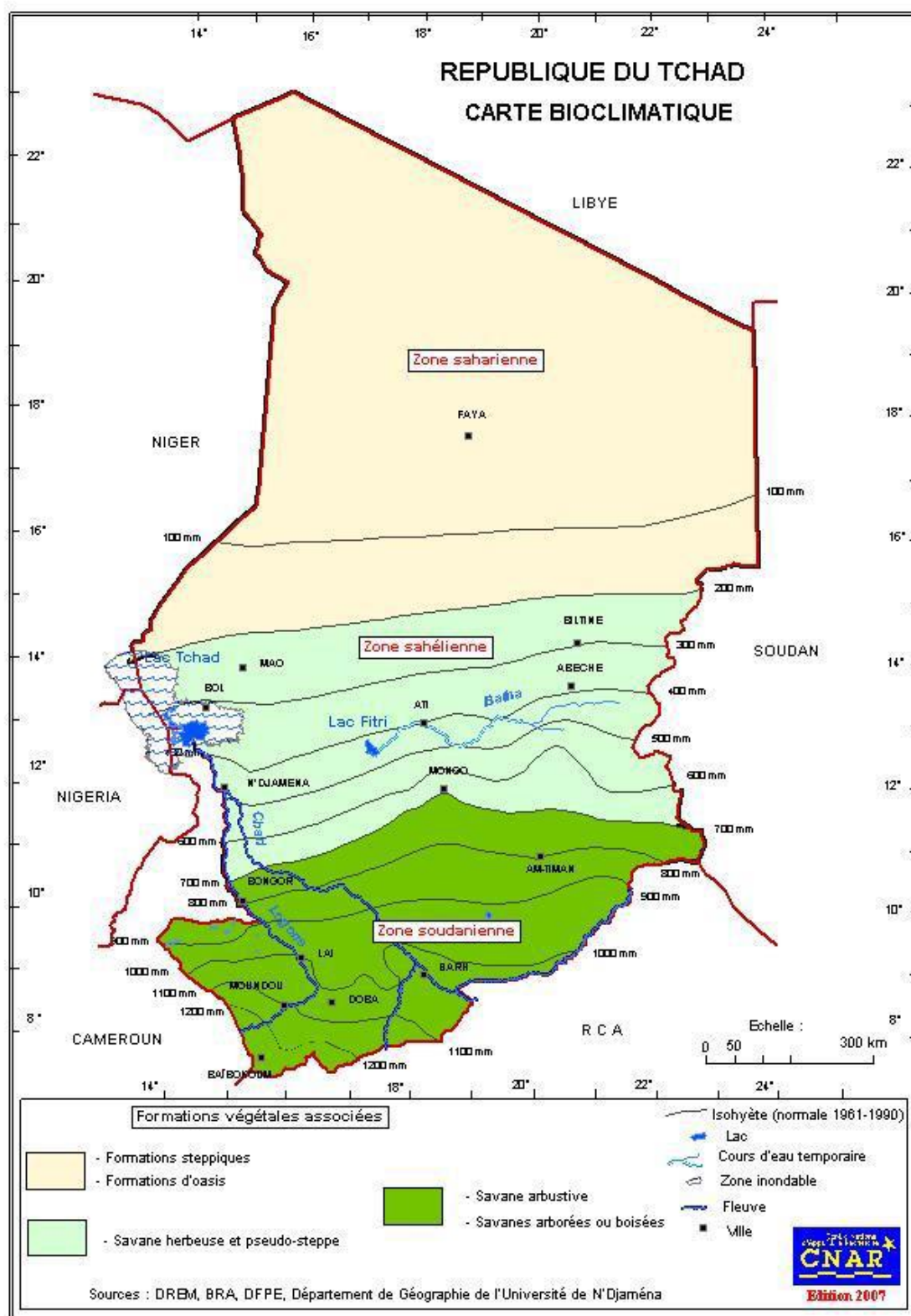
CHAPITRE 1 : ALEAS CLIMATIQUES ET RISQUES D'INONDATION DANS LA VILLE D'ABECHE

INTRODUCTION

Dans ce chapitre il est question d'atteindre notre objectif qui est d'identifier les aléas climatiques à l'origine des inondations dans la ville d'Abéché. Il est aussi question de vérifier notre hypothèse selon laquelle, la variabilité et les changements climatiques, en zone sahélo-saharienne sont les déclencheurs des inondations dans la ville d'Abéché. Pour atteindre cela, nous avons procédé par des analyses statistiques des paramètres tels que les précipitations, températures, humidité, et vent, ainsi que l'analyse de la variabilité climatique pour appréhender l'apport du climat dans l'occurrence des inondations dans la ville d'Abéché. Les données utilisées dans cette étude sont celles de 1991-2021 issues de l'Agence Nationale de Météorologie (ANAM) du Tchad. Ce chapitre est aussi élaboré en tenant compte des perceptions de la population, des collectivités locales et du CADASTRE sur les causes des inondations dans la ville d'Abéché ainsi que sur la problématique de la variabilité et des changements climatiques. Cela est passé par l'élaboration des questionnaires adressés aux ménages (âgés de 40 avec 30 ans sur place) et des guides d'entretiens afin de comprendre leur apport dans l'occurrence des inondations à Abéché. Ainsi, plusieurs indices climatiques ont été calculées dans ce chapitre ; il s'agit de : du coefficient de variation (CV) ; indice Standard de précipitation (SPI) qui a permis de mettre en évidence les anomalies interannuelles, saisonnières, mensuelles et journalières. Les calculs des écarts des Précipitations moyennes ont permis de mettre en évidence les variabilités interannuelles, mensuelles et journalières des précipitations.

1.1 CONTEXTE CLIMATIQUE GENERAL DE LA ZONE D'ETUDE

En se basant sur plusieurs travaux (le profil climatique du Tchad GIZ (2021), PNA du Tchad (2021), Braced (2019) Mahadjir, A. I., & Moussa, I. (s. d.), Abakar (2015) PADUR (2010), Abéché, comme tout le centre du pays, est située dans la zone sahélienne. Le climat est ainsi caractérisé par une courte saison pluvieuse qui s'étale de juillet à septembre et les fortes précipitations ont lieu au mois d'août. La saison sèche dure 9 mois d'octobre à juin (Cf. figures 3 et tableau 2). Le climat de Abéché est fortement influencé par la position de la ville en latitude et la rencontre de deux masses d'air : un vent sec (harmattan) venant du Nord et un vent humide (la mousson) venant du sud.



Source : GIZ. 2021. Profil de Risque Climatique, Tchad

Figure 2: Carte bioclimatique de la ville d'Abéché

1.1.1 Classification du climat de la ville d'Abéché selon Vladimir Koppen

Le climat de la ville d'Abéché est de type Bs ; car les précipitations sont entre 50% et 100% de la température moyenne annuelle multiplié par 24. La moyenne de la température (28,4°C) multiplié par 24 est de 681,6°C. La moyenne des précipitations annuelle de 1991-2021 dans la ville d'Abéché est de 335mm. Cette dernière se situe entre 50% et 100% ; donc selon la classification de Koppen, le climat de la ville d'Abéché est de type Bs : climat de steppe.

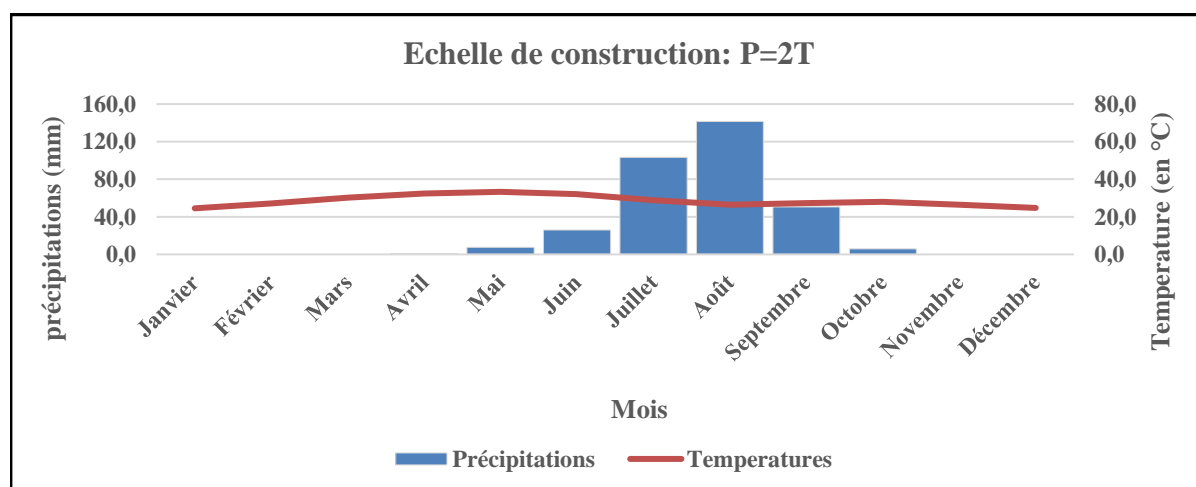
Tableau 11: Synthèse des normales climatologiques de Abéché de 1991-2021

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Oct.	Nov.	Déc	Total	Moye
Précipitations (hauteur en mm)	0	0	0	0,8	7,6	26,0	103,3	141,6	50,4	5,8	0,0	0,0	335,5	28,0
Nombre de jours de pluies	0,0	0,0	0,0	0,1	1,5	4,9	12,5	14,6	4,5	0,9	0,0	0,0	39,0	3,2
Température	24,5	27,2	30,2	32,4	33,3	32,0	28,8	26,5	27,2	27,9	26,4	24,8	341,4	28,4
Insolation	6,0	7,2	9,2	10,2	9,8	10,0	9,9	9,5	8,7	7,3	5,4	5,3	98,5	8,2
Vitesse du vent(m/s)	3,3	3,4	3,4	3,2	2,8	2,5	2,5	1,8	1,5	2,0	2,8	3,1	32,4	2,7

Source : Données ANAM

1.1.2 Une pluviométrie relativement variable influencée par un régime monomodal

En se basant sur les données de la station d'Abéché (13°51 de latitude Nord et 20°15 de longitude Est), fournies par l'ANAM pour la période 1991 à 2021, le climat de cette ville est caractérisé par une faible pluviométrie, soit une moyenne de 335 mm par an. Sur la période étudiée, la pluviométrie de cette ville varie de 124 mm en 2009 à 540 mm en 1999. Les mois le plus pluvieux sont juillet (103mm), aout (142mm) et septembre (50mm). C'est pendant ces mois que la ville d'Abéché enregistre plus d'inondation.



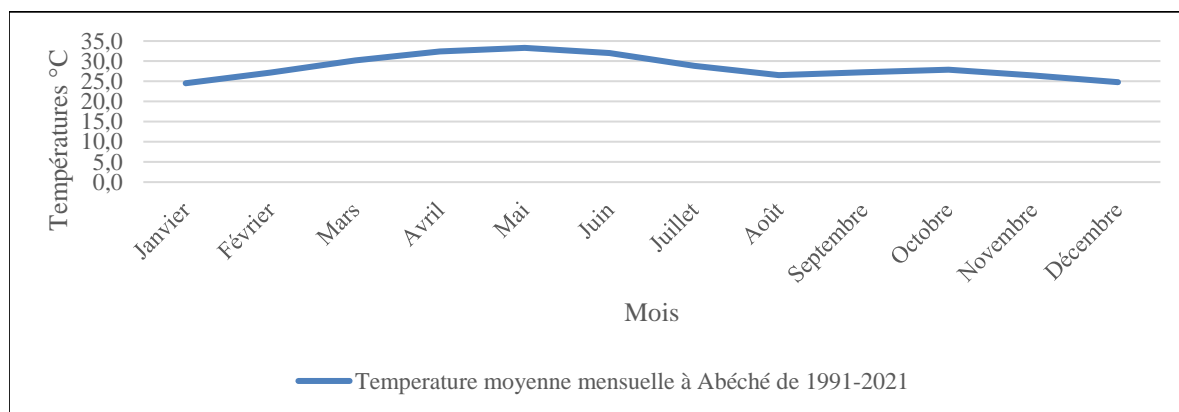
Source : Données ANAM

Figure 3: Diagramme ombrothermique de la ville d'Abéché de 1991-2021

Ce diagramme (3) de (Bagnouls, F. et Gausson, H, 1953) montre que notre zone d'étude à un régime uni modal. Les fortes précipitations sont enregistrées pendant le mois d'août et juillet avec en moyenne 141,6mm (Cf. tableau 2).

1.1.3 Températures et régime thermique saisonnier

En se basant sur les données de la station d'Abéché fournies par l'ANAM, la température moyenne annuelle de la ville d'Abéché est de 28,4°C. La tendance générale des températures à Abéché est à la baisse. Les mois les plus chauds sont mars(30,2°C), avril(32,4°C), mai (33,3°C) et juin (32°C) en moyenne, et les mois les moins chauds sont décembre(24,5°C) et janvier (24,8°C), (Cf. tableau 2).

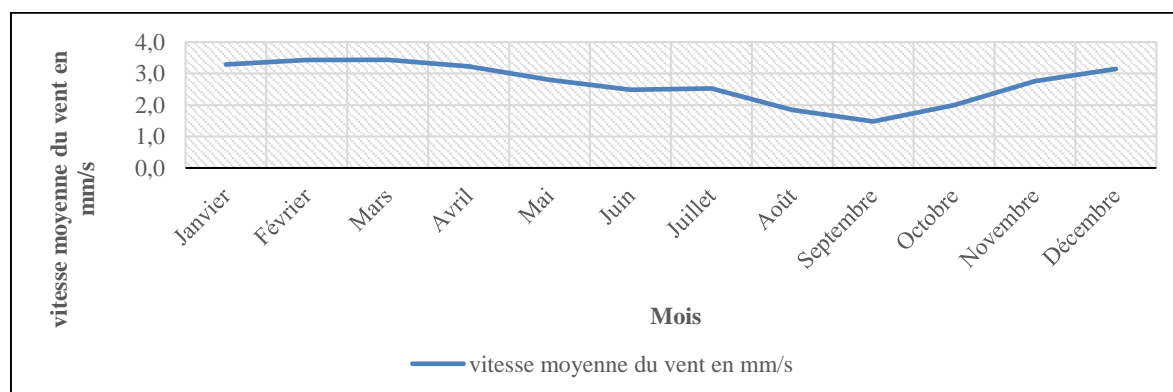


Source : Données ANAM

Figure 4: Température moyenne mensuelle de la ville d'Abéché de 1991-2021

1.1.4 Des vitesses des vents très variable

En se basant sur les données de la station de la ville d'Abéché obtenues de l'ANAM, la vitesse moyenne de vent à Abéché est de 2,7m/s. la tendance générale est à la baisse ce qui explique une régression de la vitesse moyenne des vents à Abéché. Les mois avec des vitesses de vent plus élevées (décembre à Avril) et le mois pendant lequel la vitesse du vent est faible sont de (mai à Novembre), (Cf. tableau 2).



Source : Données ANAM

Figure 5: Vitesses moyennes des vents(m/s) à Abéché de 1991-2021

1.1.5 Les autres paramètres climatiques (humidité, évaporation et insolation)

L'humidité relative relevée à la station d'Abéché pour l'année 2012 montre d'importantes fluctuations en fonction des saisons. Ainsi, les taux de l'humidité relative de l'air montrent une variation de 16% à 74%. A partir du mois de juin, période de pénétration de la mousson, le taux de l'humidité de l'air croît et atteint son pic au cœur de la saison hivernal (juillet-août). Ses valeurs se stabilisent tout au long de la période allant de novembre à mai avant de croître à nouveau sous l'influence des vents humides de la mousson (Abakar,2015). L'humidité relative de l'air est maximale en pleine saison de pluie et minimale en fin de saison sèche. Le maximum mensuel de l'humidité relative à Abéché se situe en août (70,5%) et le minimum s'observe en février avec une moyenne de 13,5%. L'insolation la plus élevée est observée pendant le mois d'avril et l'insolation moyenne de 2001-2021 est de (8,2). L'évaporation moyenne mensuelle mesurée à Abéché de 1991-1994 montre une forte valeur en mars (546,5mm) et faible valeur en août (155mm) (ANAM).

1.1.6 Détermination des saisons à travers la moyenne à Abéché

Selon (palmer, 1965 ; Boken, 2005 ; keyantas et Dracup, 2002), un mois ou une année est déclaré sec si les précipitations sont inférieures à la normale et déclaré humide si les précipitations sont supérieures à la normale. La moyenne des précipitations mensuelles à Abéché est de 28mm. Ainsi, sur cette base les mois de juillet (103,3mm > 28mm), août (141,6mm > 28mm) et septembre avec (50,4mm > 28mm) sont des mois humides, car leur précipitation est supérieure à la normale. Ce pendant tous les reste de mois (octobre à juin) sont donc des mois secs car. Leur précipitation est inférieure à la normale. Ainsi, nous retiendrons que la saison pluvieuse à Abéché s'étale sur 3 mois (juillet à septembre) et une saison sèche qui s'étale sur 9 mois allant d'octobre à juin.

1.2 VARIABILITE CLIMATIQUE ET OCCURRENCE DES INONDATIONS DANS LA VILLE D'AECHE

1.2.1 Analyse de la variabilité décennale

L'analyse de la variabilité climatique sera capitale pour connaître l'apport du climat dans la l'occurrence des inondations dans la ville d'Abéché. Les données utilisées sont celles de la ville d'Abéché de 1991-2021 obtenues dans l'Agence Nationale de Météorologie (ANAM). Pour bien montrer la variabilité, nous avons effectué des analyses décanales. L'observation de ce tableau (11) montre une tendance à la baisse des précipitations. Le coefficient de variations montre de légères variations.

Tableau 12: Analyse de la variabilité des pluies de 1991-2021 à Abéché

Cadre temporel	cumuls pluviométriques (mm)		Moyenne interannuelles(mm)	Ecart-type en (mm)	coefficient de variation (CV) en %
	Valeurs absolus	Taux en %			
1991-2000	3693,3	36,80	369,3	94,34	25,54
2001-2010	3069,6	30,58	307	101,17	32,96
2011-2020	3271,8	32,60	327,2	81,35	24,86
1991-2020	10034,7	100	334,49	93,23	27,87

Source : Données ANAM

Le coefficient de variation calculé sur trois périodes décennales nous donne un aperçu sur la variation des précipitations dans la ville d'Abéché. En effet, la période de 1991 à 2000 à un CV de 25,54% alors la pluviométrie au cours de ces 10 ans a modérément varié. La période de 2001 à 2010 à un CV de 32,96% donc la pluviométrie à fortement varié. Enfin, la période allant de 2011 à 2020 ou encore les 10 dernières années, le coefficient de variation qui est de 24,86%, montre d'après la classification de (Hare, 1993) la pluviométrie a moins varié. La tendance pluviométrique de ces dix dernières années est à la baisse.

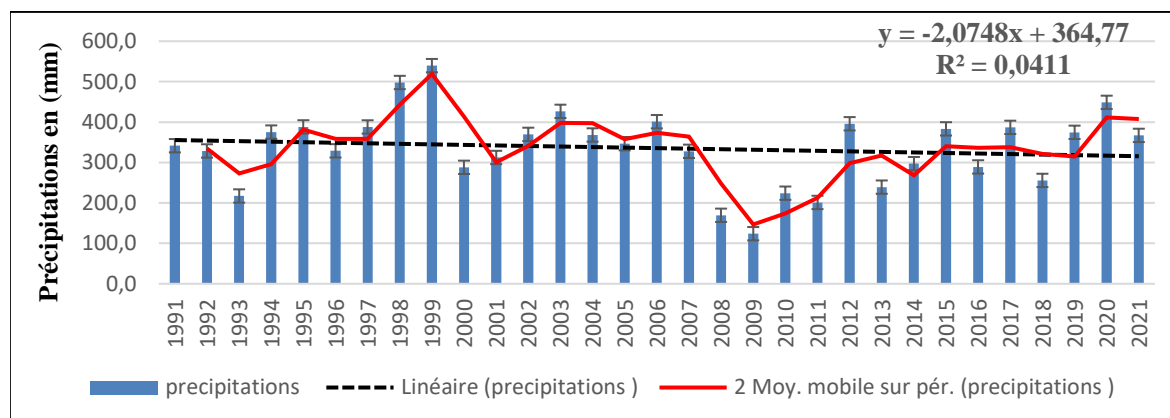
En définitive, le CV calculé de 1991 à 2021 est de 27,87% ce qui indique que le climat de la ville d'Abéché a modérément varié durant cette période.

1.2.2 Analyse de la variabilité inter annuelle des précipitations de 1991-2021

Le calcul des écarts et des anomalies inter annuelles permettent de mettre en évidence les années sèches et celles qui sont humides, ainsi que connaître leur variabilité dans le temps et dans l'espace et leur relation avec les inondations.

1.2.2.1 Ecarts à la moyenne des précipitations inter annuelles de 1991-2021 à Abéché.

La variabilité inter annuelle des précipitations permet de détecter les années humides qui peuvent engendrer des crues provocantes des inondations à Abéché. La figure nous montre une tendance légèrement à la baisse des précipitations. La moyenne annuelle est de 335,5mm.



Source : Données ANAM

Figure 6: Variabilité inter annuelle des précipitations de 1991-2021 à Abéché.

La figure (6) montre une tendance légèrement à la baisse des précipitations inter annuelles à Abéché. En effet, on observe des successions des années humides (1994, 1995, 1997, 1998, 1999, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2012, 2015, 2017, 2019, 2020 et 2021) où la pluviométrie est supérieure à la normale. L'année 2021 est l'année où la ville a enregistré des inondations énormes avec un cumul de 367,1mm. L'année la plus humide est 1999 avec un cumul de 539,7 mm, et l'année la plus sèche est 2009 avec un cumul de 123,9mm. L'écart entre l'année la plus pluvieuse et celle la moins pluvieuse est de 415,8mm.

1.2.2.2 Mise en évidence des anomalies des précipitations annuelles à travers les indices standardisés des précipitations de 1991-2021 à Abéché.

Tableau 13: Classification de la pluviométrie annuelle en rapport avec la valeur de l'indice standardisé des précipitations de 1991-2021

Valeurs de SPI	Les années	Effectif	Pourcentage	Classes humides
0,00<SPI <0,99	1991, 1992, 1994, 1995, 1996, 1997, 2002, 2004, 2005, 2006, 2007,2012, 2015, 2021	13	41,93%	Légèrement Humide
1,00<SPI <1,49	2003, 2020	2	6,45%	Modérément Humide
1,50<SPI <1,99	1998	1	3,22%	Sévèrement Humide
2,00<SPI	1999	1	3,22%	Extrêmement Humide
Total		18	54,82%	

Source : Données ANAM

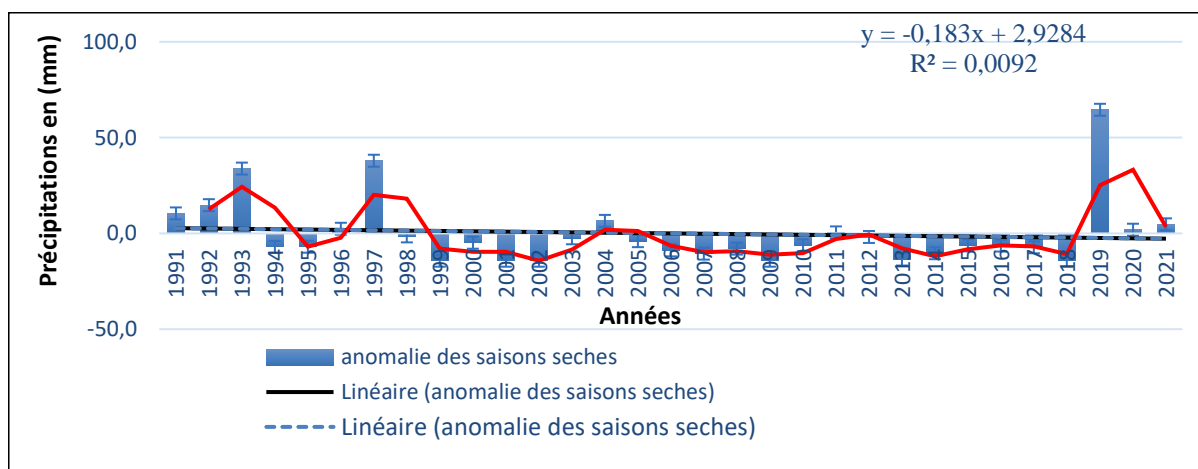
La tendance générale est à la baisse. Les années avec des anomalies positives impliquent des quantités des précipitations plus élevées par rapport à la normale provoquant les grandes inondations. Ce graphique nous montre que 45,16% des années sont légèrement humides, 6,45% sont modérément humides, 3,22% sont sévèrement humides et 3,22% sont extrêmement humides.

1.2.3 Analyse de la variabilité saisonnière des précipitations de 1991-2021 à Abéché

L'analyse de la variabilité saisonnière des précipitations permet de mettre en évidence ou de détecter les anomalies au sein et entre les saisons.

1.2.3.1 Ecart à la moyenne des précipitations des saisons sèches de 1991-2021 à Abéché

Le calcul des anomalies des précipitations des saisons sèches de 1991-2021 permet de montrer les variations pluviométriques à l'échelle des saisons sèches.



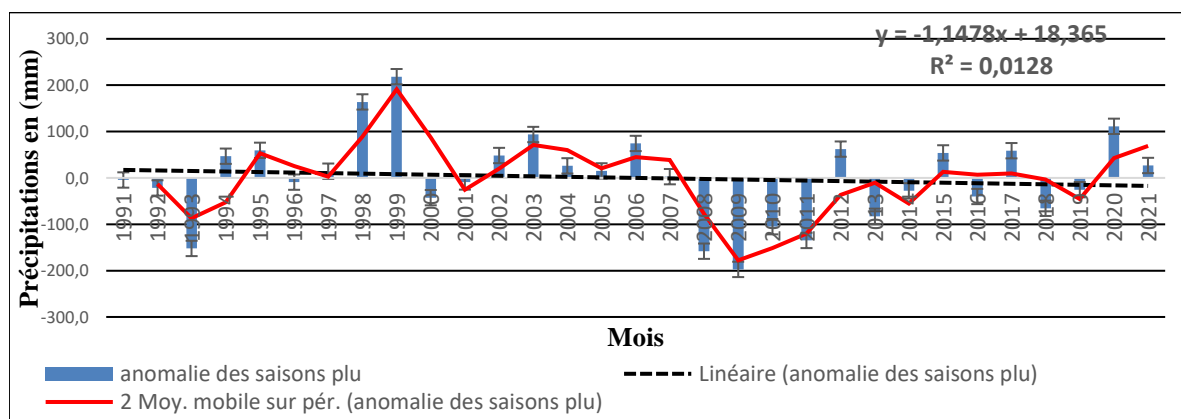
Source : Données ANAM

Figure 7: Anomalie des précipitations des saisons sèches de 1991-2021 à Abéché.

La figure (7) nous permet de voir que durant 30 ans, la ville d'Abéché a enregistré aussi des pluviométries pendant des saisons sèches. La tendance générale est légèrement à la baisse. C'est le cas des années 1991-1993, 1997, 2004, et 2019-2021 avec la quantité la plus élevée (52mm) et la plus basse (00mm) et durant les années aucune quantité des précipitations n'a été enregistrée.

1.2.3.2 Ecarts à la moyenne des précipitations des saisons pluvieuses de 1991-2021 à Abéché.

Le calcul des anomalies des saisons pluvieuses permet de détecter les saisons excédentaires et celles qui sont déficitaires. La succession des années excédentaires expliquent que pendant ces périodes la pluviométrie est au-dessus de la normale, donc la ville enregistre plus de précipitations et certaines peuvent provoquer des inondations. Pourtant certaines saisons sont déficitaires, ce qui indique une pluviométrie en dessous de la normale ce qui induit une sécheresse. Mais pour bien comprendre ce scénario, il sera nécessaire d'analyser les pluviométries mensuelles et journalières.



Source : Données ANAM

Figure 8: Anomalie des précipitations des saisons pluvieuses de 1991-2021 à Abéché.

La figure (8) nous montre qu'il y a une forte variabilité entre les saisons pluvieuses. On observe que certaines années (1994, 1995, 1998, 1999, 2002-2006, 2012, 2015, 2017, 2020 et 2021) sont excédentaires. La tendance générale est à la baisse. Le cumul le plus élevée 218,4 mm se situe dans l'année 1999. Les restes des années, leurs saisons pluvieuses étaient déficitaires. Les anomalies positives impliquent de fortes précipitations, des crues des *ouadis* engendrant des inondations et dégâts dans la ville. Les saisons avec des anomalies négatives induisent des baisses des précipitations qui seront accompagnées par épisodes sèches qui ne peuvent pas occasionnées des inondations.

1.2.3.3 Mise en évidence des anomalies des précipitations de saisons sèches à travers les indices standardisés des précipitations de 1991-2021 à Abéché.

Les anomalies des précipitations des saisons sèches de 1991-2021 ont été mise en évidence grâce aux calculs des indices standardisés des précipitations (tableau n° 14).

Tableau 14: Classification de la pluviométrie de saisons sèches en rapport avec la valeur de l'indice standardisé des précipitations de 1991-2021

Valeurs de SPI	Les années	Effectif	Pourcentage	Classes humides
0,00<SPI <0,99	1991, 1992, 1996, 2004, 2011, 2020, 2021	7	22,58%	Légèrement Humide
1,00<SPI <1,49		0	0,00%	Modérément Humide
1,50<SPI <1,99	1993	1	3,22%	Sévèrement Humide
2,00<SPI	1997, 2019	2	6,45%	Extrêmement Humide
Total		10	32,25%	

Source : Données ANAM

Le tableau (14) montre les anomalies des précipitations durant les saisons sèches de 1991-2021. La tendance générale est à la baisse. Il ressort que 22,58% des années étaient légèrement humide, 3,22% étaient sévèrement humides et 6,45% extrêmement humides. En générale, 32,25% des années ont enregistré des précipitations pendant les saisons sèches à Abéché.

1.2.3.4 Mise en évidence des anomalies des précipitations de saisons pluvieuses à travers les indices standardisés des précipitations de 1991-2021 à Abéché.

Tableau 15: Classification de la pluviométrie de la saison pluvieuse en rapport avec la valeur de l'indice standardisé des précipitations de 1991-2021

Valeurs de SPI	Les années	Effectif	Pourcentage	Classes humides
0,00<SPI <0,99	1994, 1995, 2002, 2004, 2005, 2006, 2007, 2012, 2015, 2017, 2021	11	35,48%	Légèrement Humide
1,00<SPI <1,49	2003, 2020	2	6,45%	Modérément Humide
1,50<SPI <1,99	1998	1	3,22%	Sévèrement Humide
2,00<SPI	1999	1	3,22%	Extrêmement Humide
Total		15	48,37%	

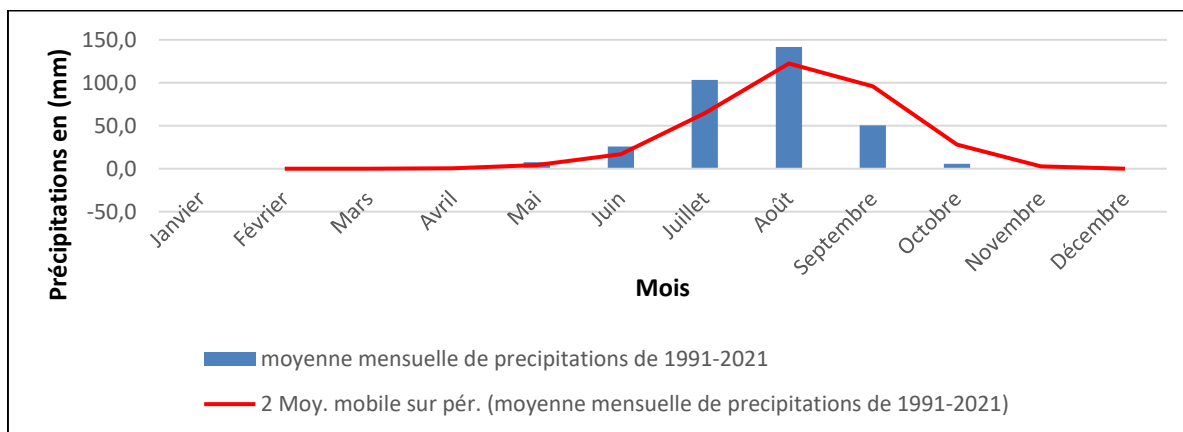
Source : Données ANAM

Ce tableau (15) ressort les anomalies des précipitations observées pendant les saisons pluvieuses. La tendance générale des précipitations est à la baisse. Il ressort que 48,37% des années depuis 1991-2021 étaient humides mais connaissent une grande variabilité. 35,48% des années étaient légèrement humides, 6,45% modérément humides et 3,22% étaient extrêmement et sévèrement humides. En observant le tableau on constate que c'est pendant la dernière décennie que la ville a enregistré plus de précipitations ce qui justifie les inondations récentes.

1.2.4 Analyse de la variabilité mensuelle des précipitations

L'analyse de la variabilité des anomalies mensuelles des précipitations permet de détecter les mois le plus pluvieux, connaître leur variabilité temporelle et spatiale et dégager ceux qui sont déterminants dans l'occurrence des inondations dans la ville d'Abéché. Les mois

pluvieux sont juillet, août et septembre mais avec le contexte de changement climatique, la répartition ne suit pas toujours la logique, donc nous avons fait une analyse de plusieurs mois pour connaître la variabilité mensuelle des précipitations. Le calcul de la variabilité mensuelle des précipitations permet de détecter la tendance pluviométrique mensuelle des mois dans une longue période. En effet, la figure montre deux mois humides (juillet et août) et les reste sont secs. C'est durant ces deux mois que la ville enregistre plus des précipitations occasionnant des inondations et des dégâts énormes. Nous avons calculé la variabilité mensuelle de 1991-2021 et la figure nous indique que le climat n'a pas fortement varié.



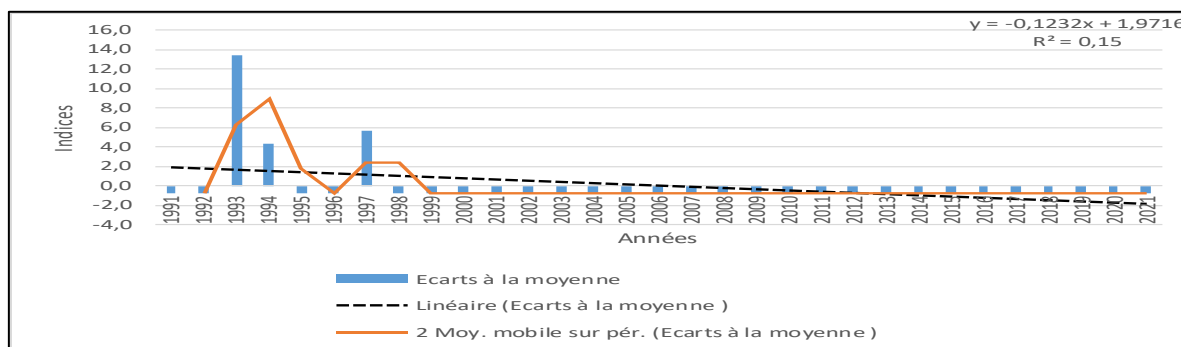
Source : Données ANAM

Figure 9: Variabilité mensuelle des précipitations de 1991- 2021.

La moyenne mensuelle dans ce graphique (9) indique que, les mois de janvier, février, mars, avril, novembre et décembre étaient des mois secs, le cumul des précipitations est de (00 mm). Les précipitations commencent à pleuvoir dès mai, juin et commencent à s'accroître de juillet à Août causant ainsi des inondations. Les fortes précipitations remplissent les *ouadis* causant ainsi des débordements. Les précipitations ralentissent en septembre et octobre. Au cours de toutes ces années on observe une variation modérée des précipitations.

1.2.4.1 Analyse de la variabilité mensuelle à travers les écarts à la moyenne des précipitations

1.2.4.1.1 Écarts à la moyenne des précipitations du mois d'Avril de 1991-2021 à Abéché

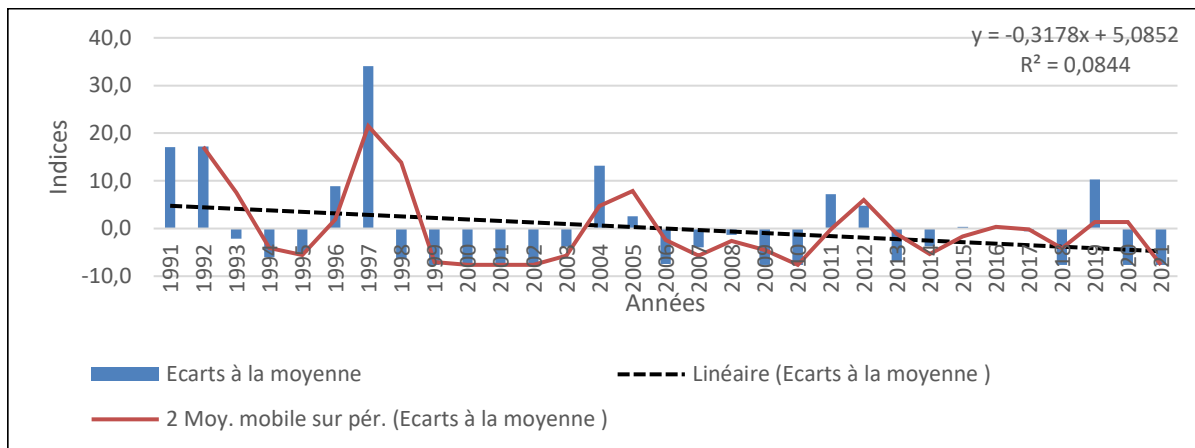


Source : Données ANAM

Figure 10: Variabilité des précipitations du mois d'Avril de 1991-2021 à Abéché.

La figure (10) montre une tendance à la baisse des précipitations. La moyenne est de 0,8mm et les années telles que 1993, 1994 et 1997 sont les seules années qu'on observe des précipitations.

1.2.4.1.2 Ecarts à la moyenne des précipitations du mois de Mai de 1991-2021 à Abéché.

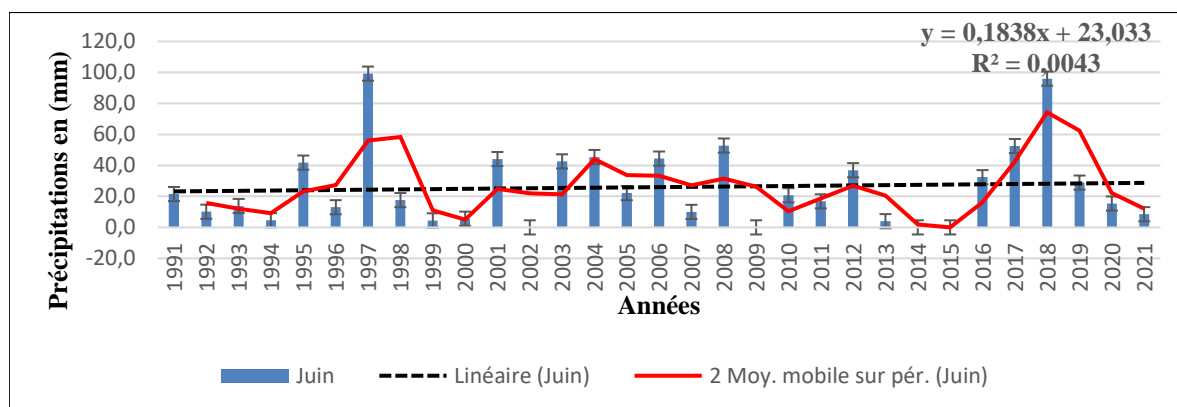


Source : Données ANAM

Figure 11: Ecarts des précipitations du mois de Mai de 1991-2021 à Abéché.

La figure (11) montre une tendance générale à la baisse. La moyenne des précipitations de ce mois est 7,6mm. Certaines années ont enregistré des précipitations pendant ce mois. Il s'agit des années telles que 1991, 1992, 1997, 2004, 2011, 2012, et 2019.

1.2.4.1.3 Écarts à la moyenne des précipitations du mois de juin de 1991-2021 à Abéché.



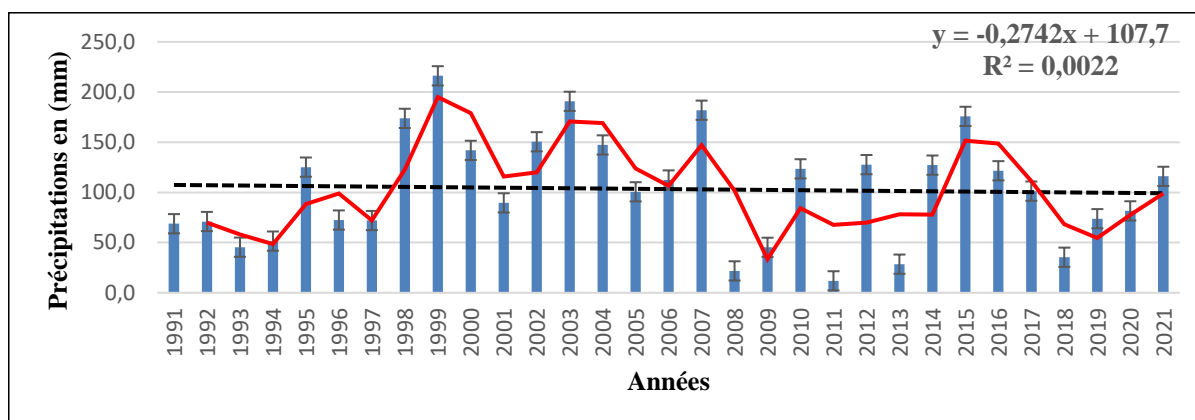
Source : Données ANAM

Figure 12: Variabilité des précipitations du mois de juin de 1991-2021 à Abéché.

La moyenne pluviométrique de mois de juin à Abéché tourne autour de 26mm. La tendance générale est légèrement à la hausse et l'écart est de 100mm. Ce graphique ci-dessus montre une forte variabilité interannuelle de mois de juin de 1991-2021. Les précipitations varient d'un mois à un autre, le mois de juin c'est le moi où la ville commerce a enregistré des précipitations mais qui s'observe de manière très irrégulière. Les années telles que 1997 avec un cumul de (99.2 mm) et l'année 2018 avec un cumul de (96 mm) sont les années où la ville a

enregistré plus de précipitation pendant le mois de juin, tandis que dans les autres années on observe une légère variation qui tourne autour de 20 à 55mm.

1.2.4.1.4 Écarts à la moyenne des précipitations du mois de juillet de 1991-2021 à Abéché

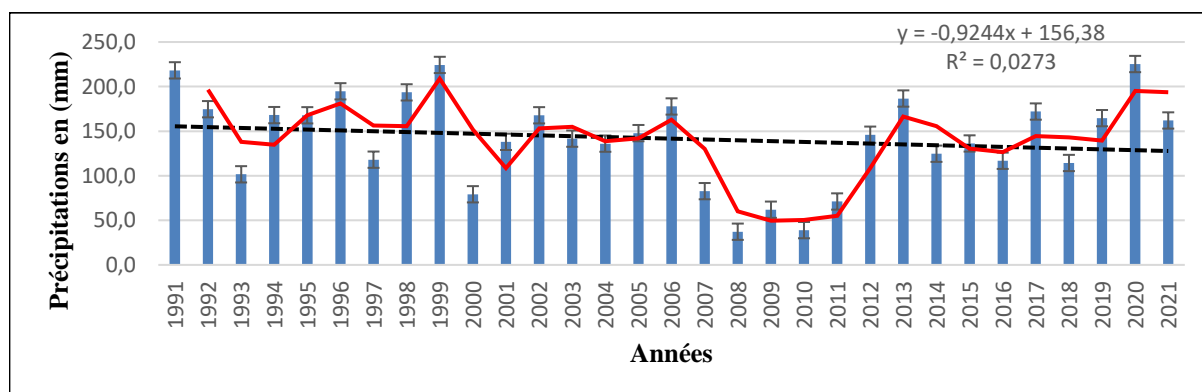


Source : Données ANAM

Figure 13: Variabilité des précipitations du mois de juillet de 1991-2021 à Abéché.

La tendance générale des précipitations est légèrement à la baisse. La moyenne de précipitations pendant ce mois est de 103,3mm. L'écart entre l'année 2011 et 1999 est de 205mm. Les années telles que 1995, 1998, 1999, 2000, 2002, 2003, 2004, 2007, 2010, 2012, 2014, 2015, 2016 et 2021 sont les années où les précipitations pendant le mois de juillet sont supérieures à la normale qui peuvent être accompagnées par des crues des *ouadis* causant ainsi des inondations dans les quartiers. Le mois de juillet est parmi les mois où on enregistre plus des précipitations

1.2.4.1.5 Ecarts à la moyenne des précipitations du mois d'Août de 1991-2021 à Abéché.



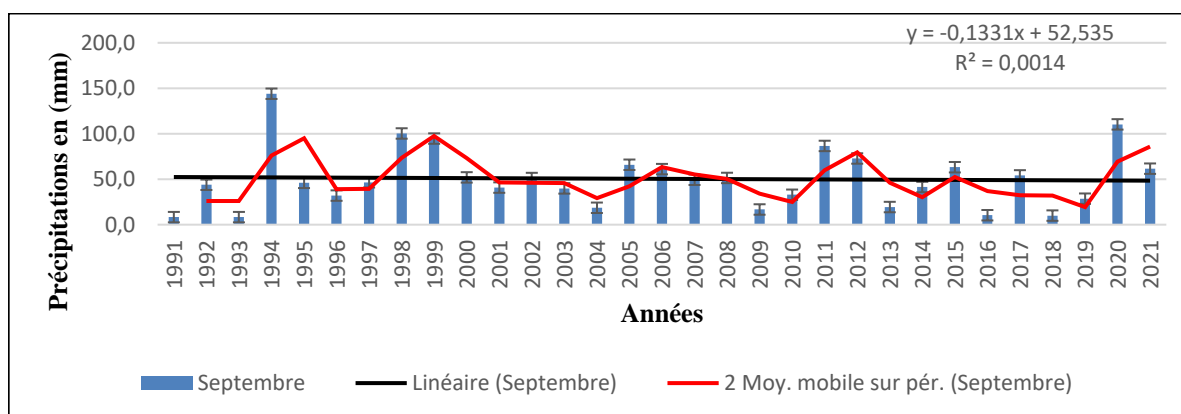
Source : Données ANAM

Figure 14: Variabilité des précipitations du mois d'Aout de 1991-2021 à Abéché.

Le mois d'Août est le mois le plus pluvieux dans la ville d'Abéché, là où on enregistre plus des inondations. La moyenne des précipitations de ce mois tourne autour de 146,6 mm. La tendance générale des précipitations durant toutes ces années est à la baisse. Le graphique nous montre une forte variabilité des précipitations. Il y a une persistance des années le plus humides

par exemple les années 1991, 1999, et 2020 représentent un cumul qui tourne autour de 210 mm suivi par les années 1992, 1994, 1995, 1996, 1998, 2002, 2006, 2012, 2013, 2017, 2019, et 2021 sont des années où on enregistre plus des précipitations avec un cumul au-dessus de la moyenne qui tourne autour de 150-190mm. Les années 2020 et 2021, la ville a enregistré des inondations catastrophiques causant des dégâts énormes et ces inondations sont dues aux débordements des *ouadis*. Pendant ces mois, les *ouadis* reçoivent de quantité des précipitations plus élevées et qui n'arrivent pas à drainer ces eaux compte tenu de la diminution de leur largeur par des constructions urbaines. Les mauvais aménagements des lits des *ouadis* sont responsables de la diminution de leur capacité à drainer ces eaux vers la sortie de la ville. L'année (2021) pendant le mois d'août, les inondations ont causé des dégâts énormes : 857 ménages sinistrés 2 morts et 10 blessés plus de 50 maisons détruites, plus de 500 maisons inondées et un important dégât matériel (cluster 2021) et 60% des forages sont endommagés (OCHA,2020).

1.2.4.1.6 Ecarts à la moyenne des précipitations du mois de septembre de 1991-2021 à Abéché.



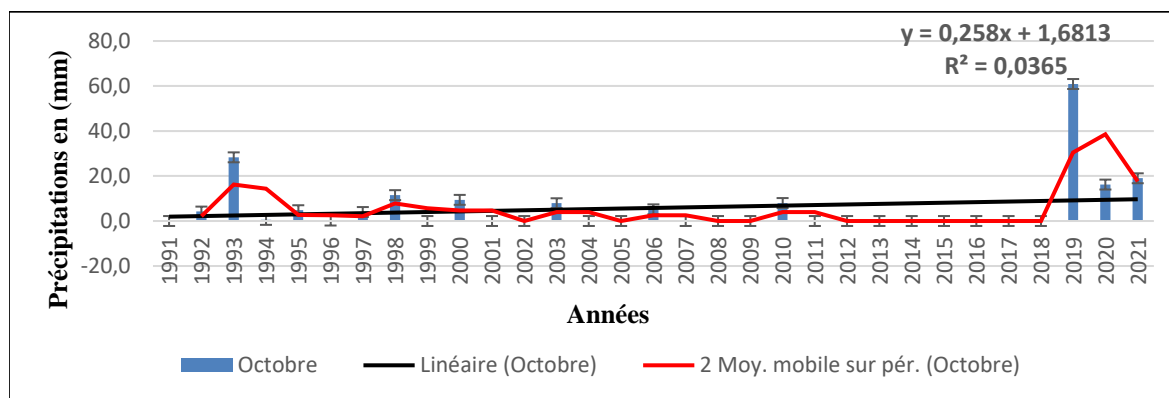
Source : Données ANAM

Figure 15: Variabilité des précipitations du mois septembre de 1991-2021 à Abéché.

Septembre fait partie des mois les moins plus pluvieux, la moyenne des précipitations pendant ce mois tourne autour de 50mm. La tendance générale est légèrement à la baisse. La pluviométrie devient rare au cours de ce mois. Les grandes quantités de pluviométries pour le mois de Septembre sont enregistrées en 1994 avec 140 mm de pluviométrie et 2020 avec plus de 110 mm de pluviométrie. Tandis que les faibles précipitations sont enregistrées en 1991 avec moins de 10 mm, 1993 avec moins de 10mm et 2008, 2016, 2009, 2004 avec moins de 20 mm On remarque une augmentation brusque des précipitations pendant les deux dernières années surtout en 2020.

1.2.4.1.7 Ecarts à la moyenne des précipitations du mois d'octobre de 1991 à 2021 à Abéché.

Octobre est le plus souvent perçu comme un mois sec avec très peu de pluie. Mais certaines années enregistrent encore des statistiques pluviométriques.



Source : Données ANAM

Figure 16: Variabilité des précipitations du mois d'octobre de 1991-2021 à Abéché.

La tendance générale est à la hausse. Des faibles précipitations ont été observées au cours des années 1993 avec des statistiques de précipitations de près de 30mm. Dans Certaines années, le mois d'octobre se trouve avec un cumul de 00mm, mais on observe des variations brusque dans les trois dernières années 2019- 2021 comme le montre la figure ci-dessous, ont connu une augmentation des précipitations soit 2019 avec 60 mm, 2020-2021 inférieur à 20mm. Durant ces mois la pluviométrie est en baisse, donc les *ouadis* sont presque secs et la ville n'a enregistré aucune inondation.

1.1.1.1 Analyse de la variabilité à travers les indices standardisés des précipitations

1.1.1.1.1 Mise en évidence des anomalies des précipitations du mois d'Avril de 1991-2021 à Abéché.

Tableau 16: Classification de la pluviométrie de mois d'Avril en rapport avec la valeur de l'indice standardisé des précipitations de 1991-2021

Valeurs de SPI	Les années humides	Effectif	Pourcentage	Classes humides
0,00<SPI <0,99		0	0,00%	Légèrement Humide
1,00<SPI <1,49	1994	1	3,22%	Modérément Humide
1,50<SPI <1,99	1997	1	3,22%	Sévèrement Humide
2,00<SPI	1993	1	3,22%	Extrêmement Humide
Total	3	3	9,66%	

Source : Données ANAM

La tendance générale est à la baisse. Ce tableau (16) présente 3,22%, des séquences modérément humide, 3,22%, sévèrement humide et 3,22% extrêmement humide soit 9,66% des années humides. Les précipitations enregistrées durant ce mois sont très faibles avec une moyenne de 3mm. Ce mois est de nature sec, mais aujourd'hui et compte tenu de la variabilité et changements climatiques, on assiste à des anomalies pluvieuses. Les projections indiquent une hausse des précipitations dans l'Est du Tchad, donc on peut attendre à des fortes précipitations dans ce mois.

1.1.1.1.2 Mise en évidence des anomalies des précipitations du mois de Mai de 1991-2021 à Abéché.

Tableau 17: Classification de la pluviométrie de mois de Mai en rapport avec la valeur de l'indice standardisé des précipitations de 1991-2021

Valeurs de SPI	Les années humides	Effectif	Pourcentage	Classes humides
0,00<SPI <0,99	1996, 2005, 2011, 2012, 2015, 2016	6	19,35%	Légèrement Humide
1,00<SPI <1,49	1994, 2004, 2019	3	9,68%	Modérément Humide
1,50<SPI <1,99	1991, 1992	2	6,45%	Sévèrement Humide
2,00<SPI	1997	1	6,45%	Extrêmement Humide
Total		12	41,93%	

Source : Données ANAM

La tendance générale est à la baisse. La moyenne tourne autour de 15mm. Ce tableau (17) nous montre que 19,35% des années son légèrement humides, 9,66% modérément humides, 6,45% sévèrement humides et 6,45% extrêmement humide soit 41,93% des années humides mais avec des très faibles précipitations.

1.1.1.1.3 Mise en évidence des anomalies des précipitations du mois de juin de 1991-2021 à Abéché.

Le tableau ci-dessous présente des anomalies des précipitations de mois de juin à Abéché. Il met en évidence les séquences humides des précipitations susceptibles d'engendrer des inondations dans la ville d'Abéché.

Tableau 18: Classification de la pluviométrie de mois de juins en rapport avec la valeur de l'indice standardisé des précipitations de 1991-2021

Valeurs de SPI	Les années humides	Effectif	Pourcentage	Classes humides
0,00<SPI <0,99	1995, 2003, 2004, 2006, 2016, 2017, 2019	7	23,33%	Légèrement Humide
1,00<SPI <1,49	2008	1	3,33%	Modérément Humide
1,50<SPI <1,99	0	0	0,00%	Sévèrement Humide
2,00<SPI	1997, 2018	2	6,46%	Extrêmement Humide
Total		10	33,12%	

Source : Données ANAM

La tendance générale est constante. Ce tableau (18) présente les anomalies observées pendant le mois de juin. Ce tableau présente seulement les séquences humides (33,12%) de 1991-2021 de la ville d'Abéché. Les années (1995, 2003, 2004, 2006, 2016, 2017, 2019) présentent un mois de juin légèrement humide qui présente 23,33%. L'année 2008 est la seule année où y'avait eu des anomalies des précipitations modérément humide (3,33%). Les années extrêmement humides (6,46%), sont plus importantes. Car, elles peuvent engendrer des inondations (1997, 2018). La tendance générale est à la baisse.

1.1.1.1.4 Mise en évidence des anomalies des précipitations du mois de juillet de 1991-2021 à Abéché.

Tableau 19: Classification de la pluviométrie de mois de juillet en rapport avec la valeur de SPI de 1991-2021

Valeurs de SPI	Les années	Effectif	Pourcentage	Classes humides
0,00<SPI <0,99	1995, 2000, 2002, 2004 ,2006, 2010, 2012, 2014, 2016, 2021	10	32,26%	Légèrement Humide
1,00<SPI <1,49	1998, 2015	2	6,45%	Modérément Humide
1,50<SPI <1,99	2003,2007	2	6,45%	Sévèrement Humide
2,00<SPI	1999	1	3,22%	Extrêmement Humide
Total		15	48,38%	

Source : Données ANAM

La tendance générale est à la baisse mais ces dix dernières années, on assiste à une augmentation légère des précipitations. Le tableau ci-dessous présente les anomalies des précipitations de mois de juillet de 1991-2021. Pendant ces années (1995, 2000, 2002, 2004 ,2006, 2010, 2012, 2014, 2016, 2021), le mois de juillet était légèrement humide (32,26%). Les années 1998 et 2015 sont modérément humides, les autres années (2003,2007) sont sévèrement humides. L'année 1999 est la seule où les anomalies sont extrêmement humides.

1.1.1.1.5 Mise en évidence des anomalies des précipitations du mois d'août de 1991-2021 à Abéché.

Le mois d'août est le mois le plus pluvieux à Abéché et aussi le mois où la ville a enregistré plus des inondations. Le tableau indique les anomalies des précipitations observées pendant le mois d'août à Abéché.

Tableau 20: Classification de la pluviométrie de mois d'août en rapport avec la valeur de l'indice standardise des précipitations de 1991-2021

Valeurs de SPI	Les années	Effectif	Pourcentage	Classes humides
0,00<SPI <0,99	1992, 1994, 1995, 2002, 2005, 2006, 2012, 2013, 2017, 2019, 2021	11	35,48%	Légèrement Humide
1,00<SPI <1,49	1996, 1998, 1999	3	9,68%	Modérément Humide
1,50<SPI <1,99	1991, 2020	2	6,45%	Sévèrement Humide
2,00<SPI	0	0	0,00%	Extrêmement Humide
Total		16	51,61%	

Source : Données ANAM

Malgré la tendance générale qui est toujours à la baisse, on observe une augmentation des séquences humides pendant ces dix dernières années pendant le mois d'août. Il ressort de ce tableau que depuis 1991-2021, la ville d'Abéché a enregistré 51,61% des séquences humides pendant le mois d'août. Les années (1992, 1994, 1995, 2002, 2005, 2006, 2012, 2013, 2017,

2019, 202) ont connu des anomalies légèrement humide (35,48%). On observe que 9,68% des années sont modérément humides et 6,45% sont sévèrement humides.

1.1.1.1.6 Mise en évidence des anomalies des précipitations du mois de septembre de 1991-2021 à Abéché.

Tableau 21: Classification de la pluviométrie de mois de septembre en rapport avec la valeur de l'indice standardise des précipitations de 1991-2021

Valeurs de SPI	Les années	Effectif	Pourcentage	Classes humides
0,00<SPI <0,99	2005, 2006, 2015, 2017, 2021	5	16,13%	Légèrement Humide
1,00<SPI <1,49	1999, 2011	2	6,45%	Modérément Humide
1,50<SPI <1,99	1998, 2020	2	6,45%	Sévèrement Humide
2,00<SPI	1994	1	3,22%	Extrêmement Humide
Total		10	32,25%	

Source : Données ANAM

La tendance est en baisse avec des séquences humides (32,25%) mais la dernière décennie connaît une augmentation. Ce tableau (21) présente les anomalies des précipitations observées pendant le mois de septembre. Il ressort des analyses que, 16,13% des années sont légèrement humides, 6,45% sont modérément humide, 6,45% sont sévèrement humides et l'année 1994 est extrêmement humide.

1.1.1.1.7 Mise en évidence des anomalies des précipitations du mois d'octobre de 1991-2021 à Abéché.

Tableau 22: Classification de la pluviométrie de mois d'octobre en rapport avec la valeur de l'indice standardise des précipitations de 1991-2021

Valeurs de SPI	Les années	Effectif	Pourcentage	Classes humides
0,00<SPI <0,99	1998, 2000, 2003, 2010, 2020	5	16,13%	Légèrement humide
1,00<SPI <1,49	2021	1	3,22%	Modérément humide
1,50<SPI <1,99	0	0	0,00%	Sévèrement humide
2,00<SPI	2019	1	3,22%	Extrêmement humide
Total		7	22,57%	

Source : Données ANAM

La tendance générale est à la hausse. Ce tableau (22) met en exergue, les anomalies des précipitations observées des séquences humides pendant le mois d'octobre. La séquence des années humides est de 22,57%. Les années avec des précipitations légèrement humides (1998, 2000, 2003, 2010, 2020) occupent un pourcentage de 16,13%. L'année 2021 est modérément humide (3,22%) et l'année 2019 est extrêmement humide (3,22%). Ce tableau montre que les années (2019, 2020 et 2021) sont toutes des années humides ce qui induit aussi une augmentation des précipitations de cette dernière décennie.

1.1.1.1 Synthèse des anomalies des précipitations annuelles saisonnières et mensuelles à travers les indices standardisés des précipitations

L'analyse de la variabilité climatique à travers la mise en évidence des anomalies et des écarts montre que le climat de la ville d'Abéché a modérément varié durant la période de 1991-2021. Les analyses montrent une augmentation des précipitations dans la dernière décennie surtout les trois dernières années.

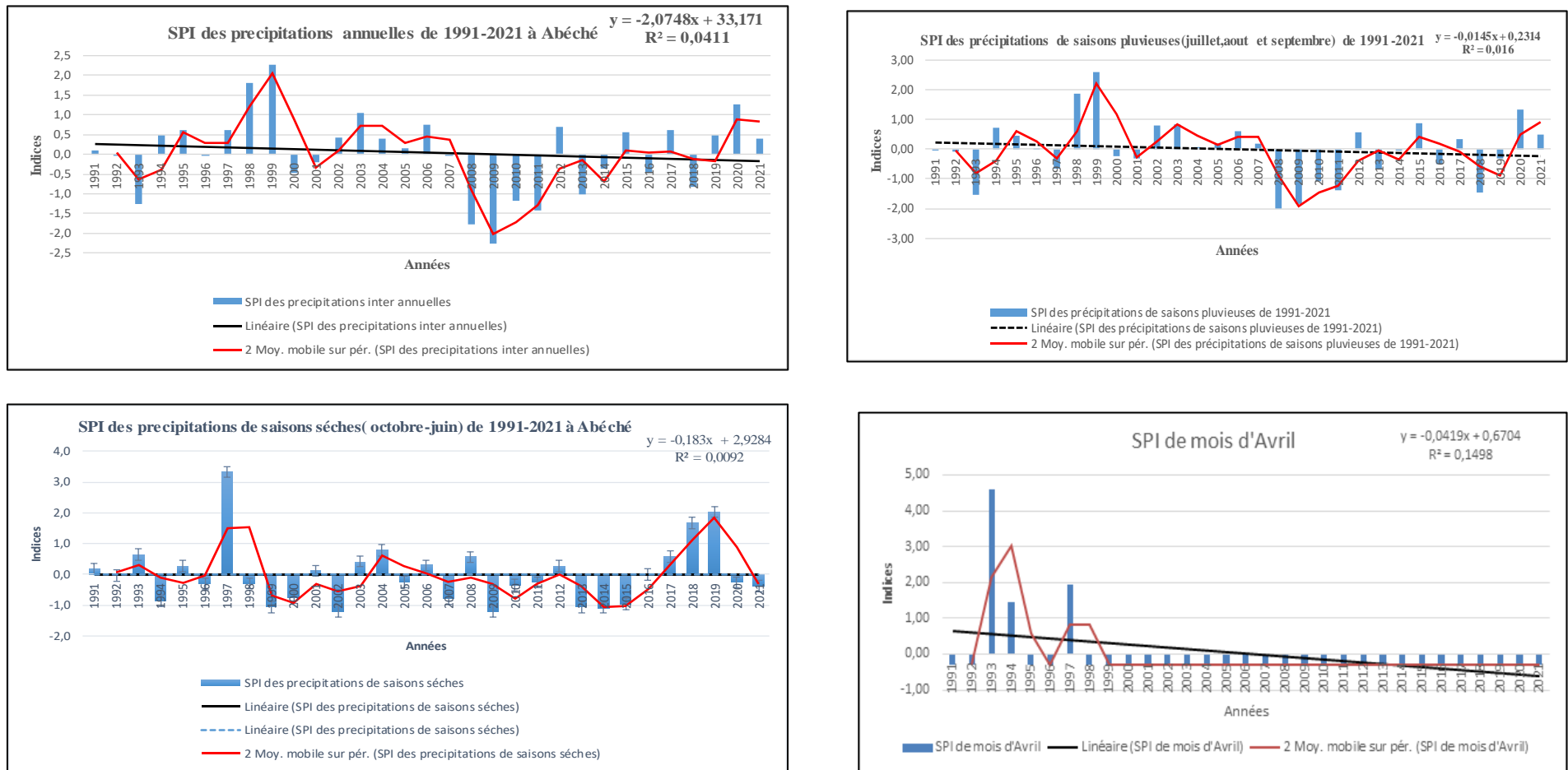


Figure 17a : synthèse des anomalies annuelles (1991-2021), saisonnière et mensuelles (Avril)

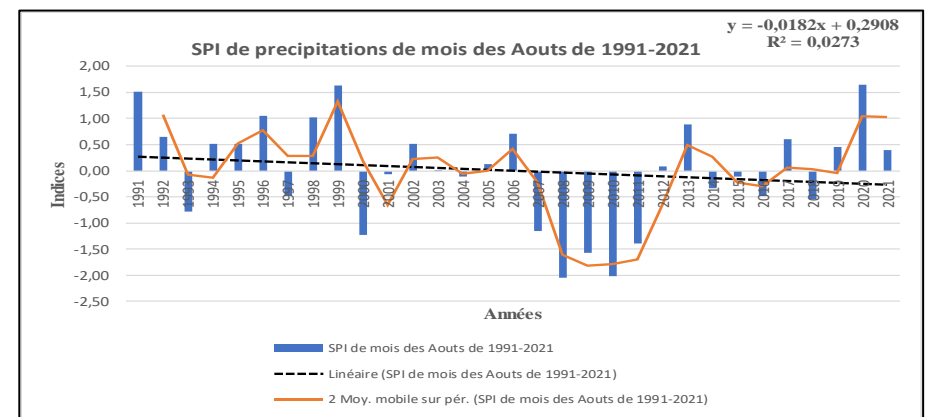
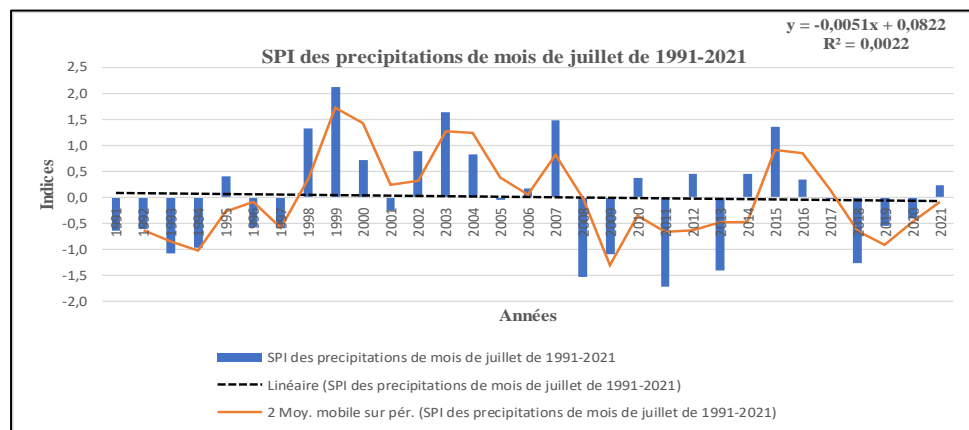
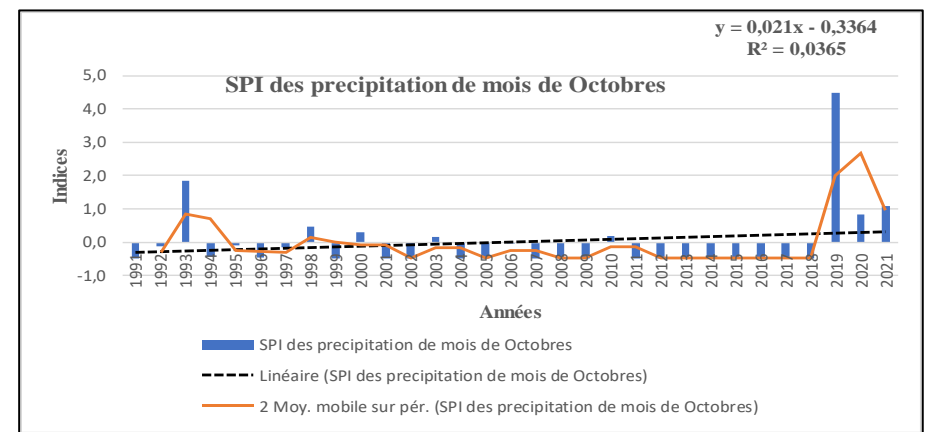
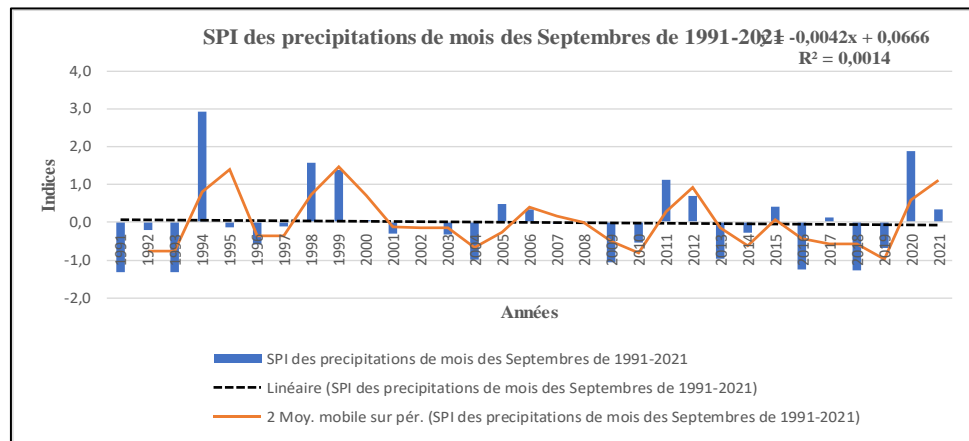
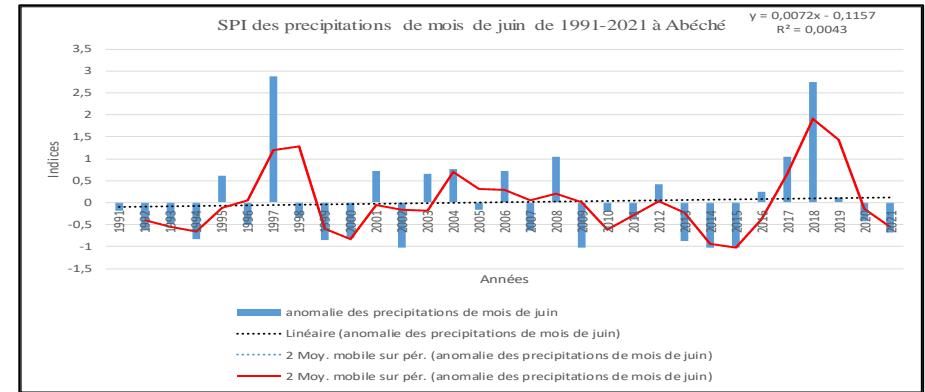
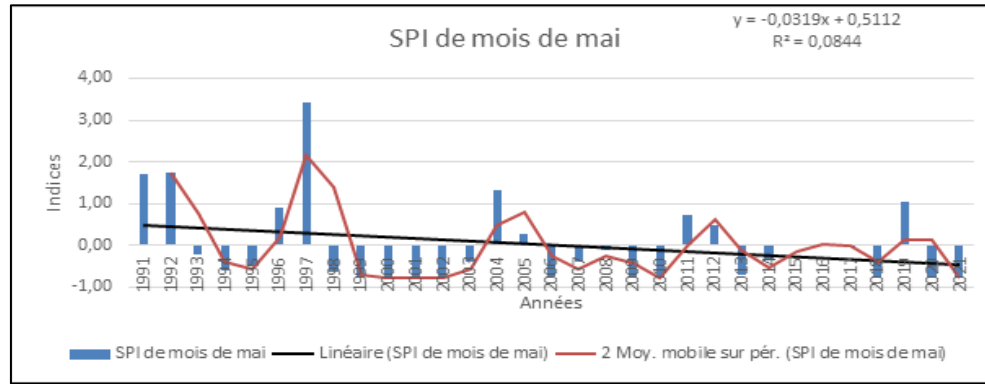


Figure 17b : synthèse des anomalies mensuelles (mai-Aout)

Tableau 23a : Synthèse des mises en évidence des anomalies mensuelles de 1991-2021 à Abéché

Valeurs de SPI	Les années	Effectif	Pourcentage	Classes humides
Janvier				
0,00<SPI <0,99	0	0	0,00%	Légèrement Humide
1,00<SPI <1,49	0	0	0,00%	Modérément Humide
1,50<SPI <1,99	0	0	0,00%	Sévèrement Humide
2,00<SPI	0	0	0,00%	Extrêmement Humide
Total	0	0	0,00%	
Valeurs de SPI	Les années	Effectif	Pourcentage	Classes humides
Février				
0,00<SPI <0,99	0	0	0,00%	Légèrement Humide
1,00<SPI <1,49	0	0	0,00%	Modérément Humide
1,50<SPI <1,99	0	0	0,00%	Sévèrement Humide
2,00<SPI	0	0	0,00%	Extrêmement Humide
Total		0	0,00%	
Valeurs de SPI	Les années	Effectif	Pourcentage	Classes humides
Mars				
0,00<SPI <0,99	0	0	0,00%	Légèrement Humide
1,00<SPI <1,49	0	0	0,00%	Modérément Humide
1,50<SPI <1,99	0	0	0,00%	Sévèrement Humide
2,00<SPI	0	0	0,00%	Extrêmement Humide
Total		0	0,00%	
Valeurs de SPI	Les années	Effectif	Pourcentage	Classes humides
Avril				
0,00<SPI <0,99		0	0,00%	Légèrement Humide
1,00<SPI <1,49	1994	1	3,22%	Modérément Humide
1,50<SPI <1,99	1997	1	3,22%	Sévèrement Humide
2,00<SPI	1993	1	3,22%	Extrêmement Humide
Total	3	3	9,66%	
Valeurs de SPI	Les années	Effectif	Pourcentage	Classes humides
Mai				
0,00<SPI <0,99	1996, 2005, 2011, 2012, 2015, 2016	6	19,35%	Légèrement Humide
1,00<SPI <1,49	1994, 2004, 2019	3	9,68%	Modérément Humide
1,50<SPI <1,99	1991, 1992	2	6,45%	Sévèrement Humide
2,00<SPI	1997	1	6,45%	Extrêmement Humide
Total		12	41,93%	
Valeurs de SPI	Les années humides	Effectif	Pourcentage	Classes humides
Juin				
0,00<SPI <0,99	1995, 2003, 2004, 2006, 2016, 2017, 2019	7	23,33%	Légèrement Humide
1,00<SPI <1,49	2008	1	3,33%	Modérément Humide
1,50<SPI <1,99	0	0	0,00%	Sévèrement Humide
2,00<SPI	1997, 2018	2	6,46%	Extrêmement Humide
Total		10	33,12%	

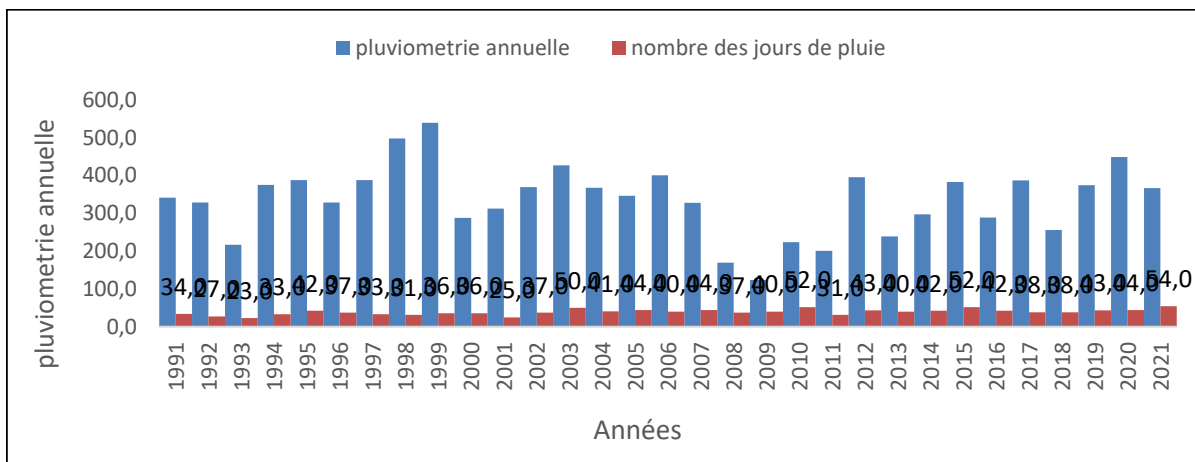
Tableau 24b : Synthèse des mises en évidence des anomalies mensuelles de 1991-2021 à Abéché

Valeurs de SPI	Les années	Effectif	Pourcentage	Classes humides
Juillet				
0,00<SPI <0,99	1995, 2000, 2002, 2004 ,2006, 2010, 2012, 2014, 2016, 2021	10	32,26%	Légèrement Humide
1,00<SPI <1,49	1998, 2015	2	6,45%	Modérément Humide
1,50<SPI <1,99	2003,2007	2	6,45%	Sévèrement Humide
2,00<SPI	1999	1	3,22%	Extrêmement Humide
Total		15	48,38%	
Valeurs de SPI	Les années	Effectif	Pourcentage	Classes humides
Aout				
0,00<SPI <0,99	1992, 1994, 1995, 2002, 2005, 2006, 2012, 2013, 2017, 2019, 2021	11	35,48%	Légèrement Humide
1,00<SPI <1,49	1996, 1998, 1999	3	9,68%	Modérément Humide
1,50<SPI <1,99	1991, 2020	2	6,45%	Sévèrement Humide
2,00<SPI	0	0	0,00%	Extrêmement Humide
Total		16	51,61%	
Valeurs de SPI	Les années	Effectif	Pourcentage	Classes humides
Septembre				
0,00<SPI <0,99	2005, 2006, 2015, 2017, 2021	5	16,13%	Légèrement Humide
1,00<SPI <1,49	1999, 2011	2	6,45%	Modérément Humide
1,50<SPI <1,99	1998, 2020	2	6,45%	Sévèrement Humide
2,00<SPI	1994	1	3,22%	Extrêmement Humide
Total		10	32,25%	
Valeurs de SPI	Les années	Effectif	Pourcentage	Classes humides
Octobre				
0,00<SPI <0,99	1998, 2000, 2003, 2010, 2020	5	16,13%	Légèrement Humide
1,00<SPI <1,49	2021	1	3,22%	Modérément Humide
1,50<SPI <1,99	0	0	0,00%	Sévèrement Humide
2,00<SPI	2019	1	3,22%	Extrêmement Humide
Total		7	22,57%	
Valeurs de SPI	Les années	Effectif	Pourcentage	Classes humides
Novembre				
0,00<SPI <0,99	0	0	0,00%	Légèrement Humide
1,00<SPI <1,49	0	0	0,00%	Modérément Humide
1,50<SPI <1,99	0	0	0,00%	Sévèrement Humide
2,00<SPI	0	0	0,00%	Extrêmement Humide
Total		0	0,00%	
Valeurs de SPI	Les années	Effectif	Pourcentage	Classes humides
Décembre				
0,00<SPI <0,99	0	0	0,00%	Légèrement Humide
1,00<SPI <1,49	0	0	0,00%	Modérément Humide
1,50<SPI <1,99	0	0	0,00%	Sévèrement Humide
2,00<SPI	0	0	0,00%	Extrêmement Humide
Total		0	0,00%	

Source : données ANAM

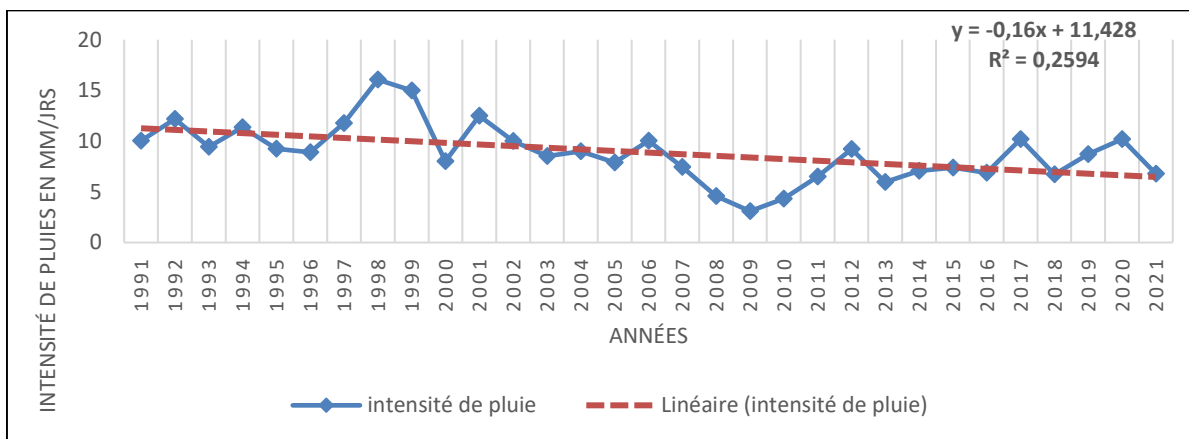
1.1.1.2 Relation entre le nombre de jours de pluie, les totaux de précipitations, l'intensité des précipitations et les inondations à Abéché

La variation de nombre de jours de pluie est une autre manifestation de la variabilité des précipitations. Généralement, plus le nombre de jours de pluie est élevé, plus les totaux de précipitations enregistrés dans une zone particulière sont aussi élevés. La variabilité et les changements climatiques ont affecté le nombre de jours de pluie et par conséquent l'intensité des précipitations à Abéché. La relation entre le nombre de jours de pluie et les précipitations totales est illustrée dans la figure suivante.



Source : données ANAM

Figure 18: Relation entre les quantités de précipitations annuelles et les jours de pluie de 1991-2021 à Abéché.



Source : Données ANAM

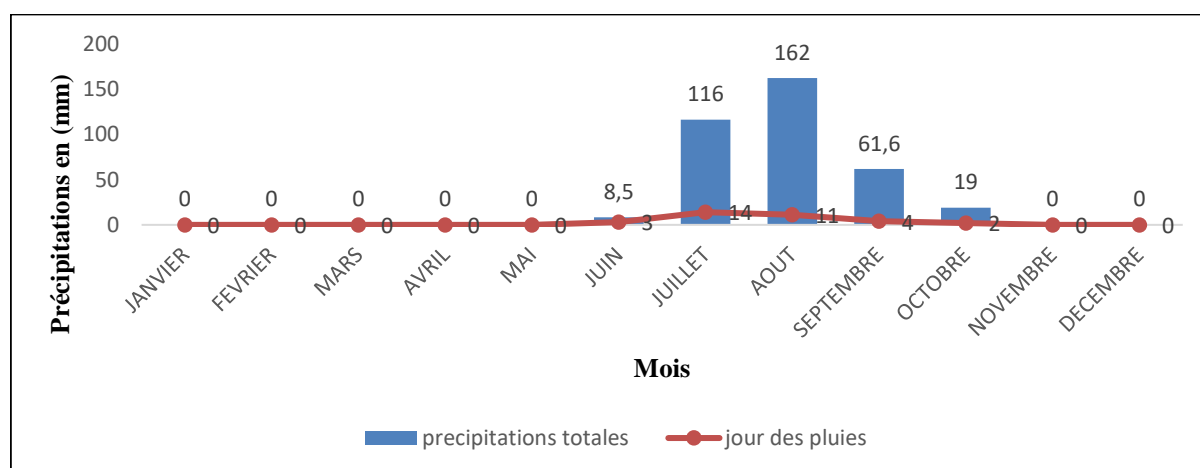
Figure 19: Relation entre les quantités de précipitations annuelles et les intensités de pluie de 1991-2021 à Abéché.

Ce graphique (18) montre une fluctuation des jours de pluies avec la quantité reçue. L'année 1998, on observe que la quantité de pluies reçue est élevée(497mm), avec 31 jours de pluies tandis que dans l'année 2003 la quantité enregistrée est de (426,6mm) avec 50 jours de pluies ce qui explique que à Abéché même si les nombres de jours de pluies est élevée cela ne

veut pas dire que la quantité reçue aussi sera élevée. Donc, il y'a une grande variabilité avec des pluies extrêmes ce qui causent les inondations.

1.1.1.2.1 Relation entre le nombre de jours de pluie, les précipitations et les inondations à Abéché

La figure (18) met en relation la quantité de pluies tombée et le nombre de jours de pluie de l'année 2021 à Abéché. Elle nous permet de détecter les pluviométries à forte intensité et des pluviométries extrêmes qui sont responsables des inondations à Abéché. Pendant le mois de juillet il a plu 14 fois, avec un cumul mensuel de (116 mm), pendant le mois d'août, on compte 11 jours pluvieux pourtant le cumul est (162 mm), ce qui explique qu'il y a eu des précipitations extrêmes et des jours plus pluvieux pendant ce moi. La quantité des précipitations enregistrée en août (162 mm) est plus élevée que celle enregistrée en juillet, pourtant les jours de pluie pendant le mois de juillet (14) sont plus élevés que ceux d'août (11) ; causant ainsi des inondations dans la ville d'Abéché. La variation de nombre de jours de pluie est une autre manifestation de la variabilité des précipitations. Généralement, plus le nombre de jours de pluie est élevé, plus les totaux de précipitations enregistrés dans une zone particulière sont élevés, mais dans la ville d'Abéché c'est le contraire, ce qui indique des pluviométries avec des intensités et durées variables. La variabilité et les changements climatiques ont affecté le nombre de jours de pluie et par conséquent l'intensité des précipitations. La relation entre le nombre de jours de pluie et les précipitations totales est illustrée dans la figure suivante. On observe que la quantité des pluies tombée ne fonction pas toujours de nombre de jours de pluie et c'est le cas dans notre zone d'étude. Et cela s'explique par la durée et l'intensité des pluies tombées. Donc, on observe les signes d'une variabilité de répartition spatio-temporelle des précipitations dans la ville d'Abéché et c'est pendant ces deux mois(juillet-août) que la ville a enregistré plus d'inondation sans oublier celles de 2021 et 2022 causant des dégâts énormes.



Source : Données ANAM

Figure 20: Relation entre précipitations et nombre de jours de pluies de l'année 2021 à Abéché

Sur la figure (19), on observe que la saison de pluie commence de juin-octobre. En juin, il a plu 3 fois avec un cumul de 8,5 mm, une très faible quantité et après on observe une fluctuation pendant le mois de juillet avec 14 jours de pluie et un cumul de 116 mm, et en août

avec seulement 11 jours de pluie mais avec une quantité importante de 162 mm ; ce qui explique que la quantité de pluies tombée ne dépend pas forcément de nombre de jours de pluie. En juillet il a plu 14 fois, mais la quantité (116 mm) est inférieure à celle d'Août (162) qui a plu 11 fois seulement. Et c'est pendant ces mois que la ville enregistre des inondations surtout pendant les mois de juillet et Août.

1.1.1.3 PROJECTIONS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES FUTURES ET LEURS IMPACTS AU TCHAD DE 2010 à 2100.

La présente section s'appuie sur la littérature disponible. Le Tchad ne dispose pas de beaucoup d'études de projections et de l'évolution des aléas climatiques. Les projections les plus détaillées ont été réalisées dans le cadre de la Seconde Communication Nationale aux Changements Climatiques, qui date de plus de 10 ans. Presque toutes les études relatives aux changements climatiques au Tchad se basent sur ces projections. Le Profil de Risque Climatique du Tchad fait par la GIZ en 2021 représente la plus récente évaluation, et présente une information claire et synthétisée des impacts ainsi que des incertitudes dans les modèles. Ce profil de risque est basé sur les données et les analyses générées par le projet ISIMIP (*Inter-Sectoral Impact Model Intercomparison Project*).

1.1.1.3.1 PROJECTIONS DES PRECIPITATIONS DE DIFFERENTES ZONES DU TCHAD.

Les projections des variations pluviométriques aux horizons 2030, 2050 et 2100 présentées dans la Seconde Communication Nationale montrent une grande variabilité selon les zones du pays. Elles ne prévoient pas ou peu de changement dans les cumuls de précipitations dans le sud du pays, mais anticipent une forte diminution dans la zone sahélienne et dans la partie sud de la zone saharienne. Celle-ci est estimée à (-20%) en 2030 et pourrait atteindre (-70%) en 2100 par rapport à la moyenne 2000-2009. Le Nord pourrait à contrario connaître, selon ces projections, une augmentation de la pluviométrie. Une autre analyse plus récente signale que la médiane des projections montre une augmentation de la moyenne des précipitations annuelles de 32 mm et de 50 mm d'ici à 2080, par rapport à l'année 2000. Il est à signaler que les projections de précipitations sont très incertaines en raison de la variabilité naturelle élevée d'une année à l'autre et en raison de la grande incertitude et des différences entre les modèles. En se basant sur cette projection, on peut attendre à des années humides, si les stratégies d'adaptations ne sont pas renforcées, alors on peut attendre à des inondations dévastatrices dans le centre et le Nord du Tchad. Notre zone d'étude est centrée dans la zone encadrée.

Ces projections indiquent une augmentation de la moyenne des précipitations annuelle dans le Nord est centre du Tchad. Il est à signaler aussi que, ces trois dernières années, les précipitations sont en hausse dans notre zone d'étude (Abéché). Cette hausse a engendré des inondations ayant causé d'énormes dégâts. Cette ville a longtemps connu la sécheresse mais aujourd'hui on assiste à une augmentation des précipitations. Ces tendances liées à la variabilité et changements climatiques, avec une capacité d'adaptation limitée, on peut attendre à des inondations catastrophiques dans les années avenir.

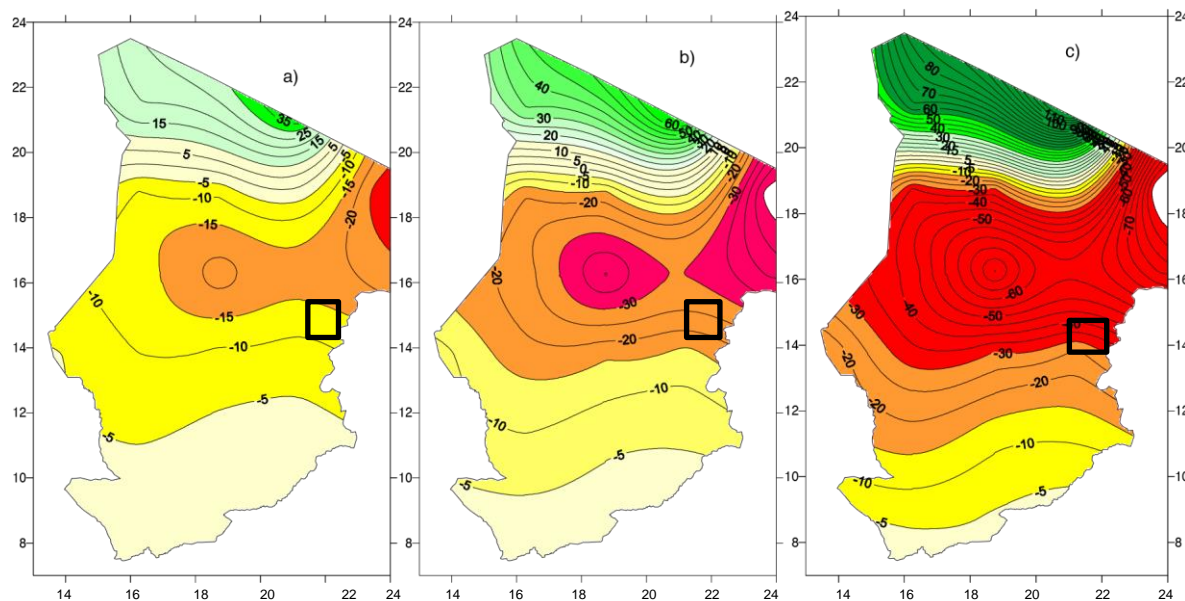


Figure 21: Écart de pluviométrie aux horizons 2030 (g.), 2050 (m.), 2100 (d.) Par rapport à 2000-2009

Source : *Seconde Communication Nationale (2012)*

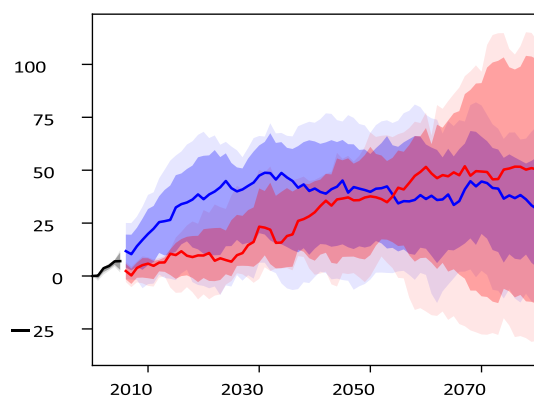


Figure 23: Moyenne annuelle des projections de précipitations au Tchad pour différents scénarios d'émissions de GES, par rapport à l'année 2000

Source : *GIZ. 2021*

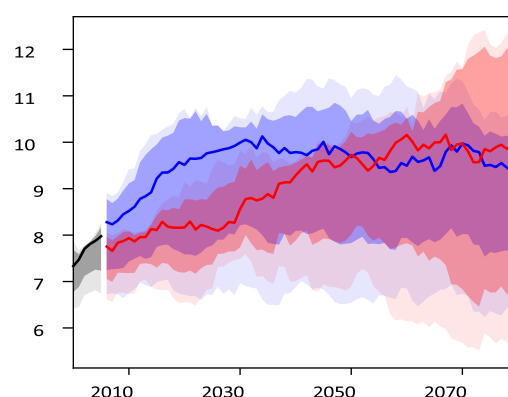


Figure 22: Projections de jours de forte précipitation au Tchad par rapport à l'année 2000

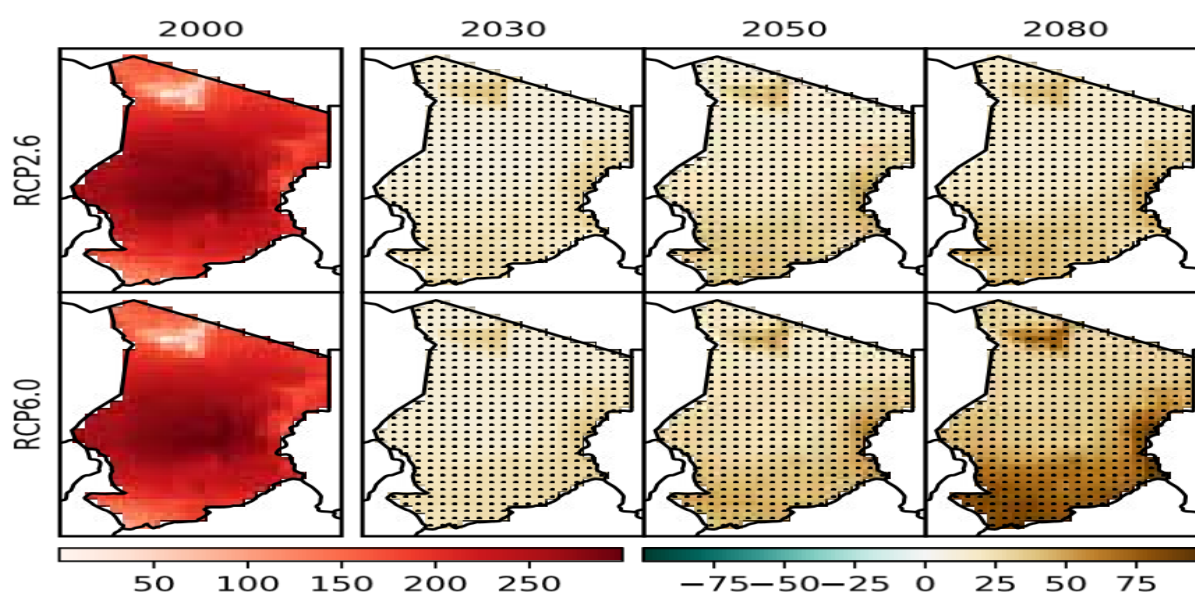
Les épisodes de fortes précipitations devraient redoubler d'intensité dans de nombreuses parties du monde car lorsque l'atmosphère est plus chaude, sa capacité de rétention de vapeur d'eau augmente. Certains modèles de projections climatiques du Tchad prévoient une hausse du nombre de journées de fortes précipitations, qui passerait de 7 par an en 2000 à 9 par an en 2080.

1.1.1.3.2 PROJECTIONS DES TEMPERATURES DE DIFFERENTES ZONES DU TCHAD.

Les simulations des températures de la Seconde Communication nationale relèvent donc des augmentations sur l'ensemble du territoire national aux horizons 2030, 2050 et 2100. Les augmentations ainsi attendues seraient en moyenne :

- ✓ De l'ordre de 1,2° à l'horizon 2030, 2,2°C en 2050 et 4,1°C en 2100, dans la zone saharienne (entre 16° et 24° nord) ;
- ✓ De l'ordre de 1,3°, 2,4°C et 4,5°C, respectivement pour les horizons 2030, 2050 et 2100, dans les régions comprises entre les 10ème et 16ème parallèles ;
- ✓ De l'ordre de 1,2°C en 2030, de 2,2°C en 2050 et 4,2°C en 2100, dans la zone soudanienne.

Les analyses de la GIZ concordent et prévoient que la température de l'air au Tchad devrait augmenter de 2,1 °C à 4,3 °C (fourchette très probable) d'ici à 2080 par rapport à l'année 1876, en fonction de différents scénarios d'émissions de GES. Par rapport aux niveaux préindustriels, la médiane des hausses de température des modèles climatiques au Tchad atteint environ 2,1°C en 2030 et 2,5 °C en 2050 et en 2080 en vertu du scénario de réduction des émissions. Pour le scénario d'émissions moyennes à élevées, la médiane des hausses de température des modèles climatiques s'élève à 2,1 °C en 2030, 2,6 °C en 2050 et 3,5 °C en 2080. Le nombre de journées très chaudes par an (journées durant lesquelles la température maximale dépasse 35 °C) devrait aussi augmenter avec un degré de certitude élevée dans l'ensemble du pays. Pour le scénario, la médiane de l'ensemble multi-modèles (moyenne sur l'ensemble du pays) prévoit 17 journées très chaudes en plus par an en 2030 par rapport à 2000, 31 en 2050 et 49 en 2080. Dans certaines parties du pays, particulièrement dans le centre, cela équivaut à plus de 300 journées très chaudes par an d'ici à 2080.



Source : GIZ. 2021. Profil de Risque Climatique, Tchad

Figure 24: Projection de la température selon le GIZ au Tchad d'ici 2080

1.2 PERCEPTION DES CAUSES DES INONDATIONS PAR LES SERVICES ET LES POPULATIONS D'ABECHE

Lors de notre descente au terrain, nous avons effectué des entretiens avec de différents services sur la question des inondations dans la ville d'Abéché. Pour bien appréhender les causes des inondations, il sera judicieux de connaître la perception de la population, des services étatiques et d'autres organismes sur cette question. On a donc constaté que la problématique de l'urbanisation accompagnée d'une occupation anarchique de l'espace est la cause la plus indiquée par les personnes et services enquêtés.

1.2.1 Perception des causes des inondations par les services

Cette partie concerne la perception de la mairie et du CADASTRE sur les causes des inondations.

1.2.1.1 Perception des causes des inondations par la Mairie de la ville d'Abéché.

Lors de notre entretien avec le Troisième maire Adjoint Daoud Doungous, il nous affirme que :

Les inondations dans la ville d'Abéché sont causées par les mauvais aménagements. La ville s'est agrandie presque deux fois, la population a occupé des zones à risque, les constructions anarchiques et les infrastructures routières qui datent des dizaines d'années sont responsables des inondations aujourd'hui. Les déchets ont occasionné la disparition des canaux d'évacuation des eaux. Les gens ayant des moyens ont construit en fermant le passage des eaux et ils refusent d'y ouvrir. Aujourd'hui, si la ville enregistre une seule grosse pluie, il y aura automatiquement des inondations surtout dans le troisième arrondissement compte tenu de nature du site. La grande pluie de 06/août/2021 à montrer la vulnérabilité de la ville. Et il demande à la population de collaborer pour trouver une solution durable. Le quartier Motobono est un passage naturel d'eau, les gens ont construit sans autorisation, outre fois était un aéroport et à côté y a un grand ouadis ce qui aujourd'hui engendre des inondations. Les gens veulent vivre en famille, ils construisent sous la complicité des chefs de quartiers, des délégués, des services de cadastre en sachant très bien que c'est un passage d'eau.

1.2.1.2 Perception des causes d'inondation par le service du CADASTRE

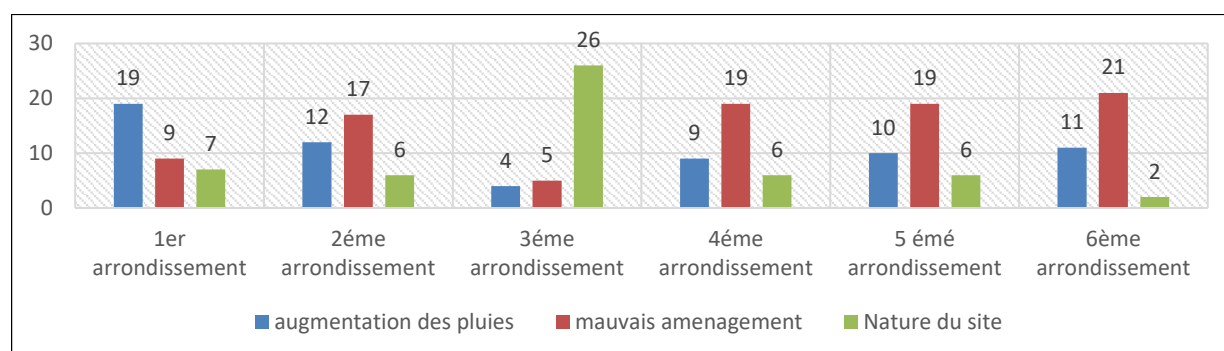
Au moment de notre entretien avec le chef du service du Cadastre adjoint de la province du Ouaddaï, M. Gourou Service, il a indiqué que : « *les inondations sont dues au Manque de prise en compte des ravins dans le début de lotissement parce qu'ils ne sont pas levés par le service d'aménagement, le non-respect de la construction par la population. Le quartier comme Motobono est implanté sans étude l'eau circule presque à la surface de la terre et pour construire il faut des moyens* ».

Et il a souligné ensuite que « *les dispositions des bâtis ne sont pas respectées. La manque d'espace reste la cause majeure. Et Il n'y a pas des services de suivi ce qui aggrave la situation et la provenance des inondations à Abéché* ».

1.2.2 Perception des causes des inondations par la population

1.2.2.1 Perception de la population sur les facteurs des inondations à Abéché

Pendant notre enquête, nous avons interrogé la population pour comprendre les causes des inondations dans leurs quartiers. Toutefois, les uns ont indiqué que la cause fondamentale c'est l'occupation anarchique de l'espace urbain (mauvais aménagement) et les autres ont souligné par ailleurs que l'augmentation des précipitations et la nature de site qui sont les facteurs des inondations dans leurs quartiers. La ville d'Abéché fait face à une urbanisation accélérée qui passe par une occupation rapide de l'espace et la propagation des quartiers précaires. Le manque d'espace et la difficulté d'accès au terrain à bâtir obligent la population à construire avec des matériaux non durables et occuper des zones non aedificandi (bas-fonds, les berges, les lits des *ouadis*, les pentes, les dépressions). Les voies d'évacuations naturelles des eaux pluviales ont été fermées par des constructions et la population tout entière est en train de subir les conséquences.



Sources : Enquêtes du terrain, septembre 2022

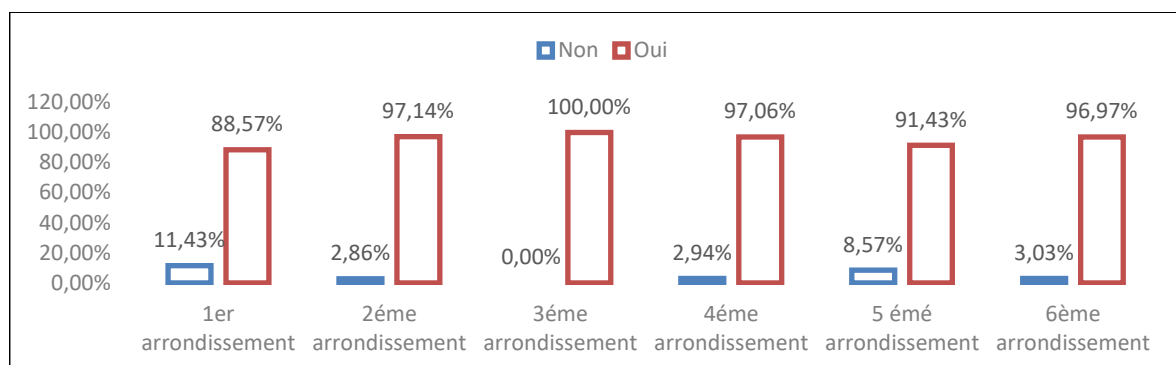
Figure 25: Perception des causes des inondations par la population à Abéché.

Ce graphique (24) nous renseigne sur les causes des inondations perçues par la population dans la ville d'Abéché. En effet, 90 personnes ont indiqué que la causes des inondations est le mauvais aménagement, 65 ont parlé sur l'augmentations de la pluviométrie et 53 indique que c'est la nature de site qui est responsable de ces inondations. L'occupation des zones non aedificandi reste la cause fondamentale parce que les gens ont construit dans le lit des *ouadis* ce qui a diminué la largeur des *ouadis*, empêchant ainsi la circulation des eaux et crée des inondations dans ces quartiers.

1.2.2.2 Perception de la population sur la variabilité et le changement climatique

Sur 210 personnes enquêtées 95,17%, ont indiqué que le climat de leur localité a changé et 4,83% ont affirmé que le climat de leur localité est toujours le même. La population perçoit le changement climatique à travers la variation des paramètres tels que le changement de date de début et fin de la saison pluvieuse, la longueur de la saison de pluie, l'intensité et la durée de la pluie, par l'augmentation de la chaleur, par la fréquence des inondations, par le faible rendement. L'augmentation des précipitations due aux effets de climat sont responsables des

inondations dans la ville d'Abéché. Les anomalies des précipitations enregistrées pendant la saison pluvieuse sont conçues par la population comme indicateurs de la variabilité et changements climatiques.

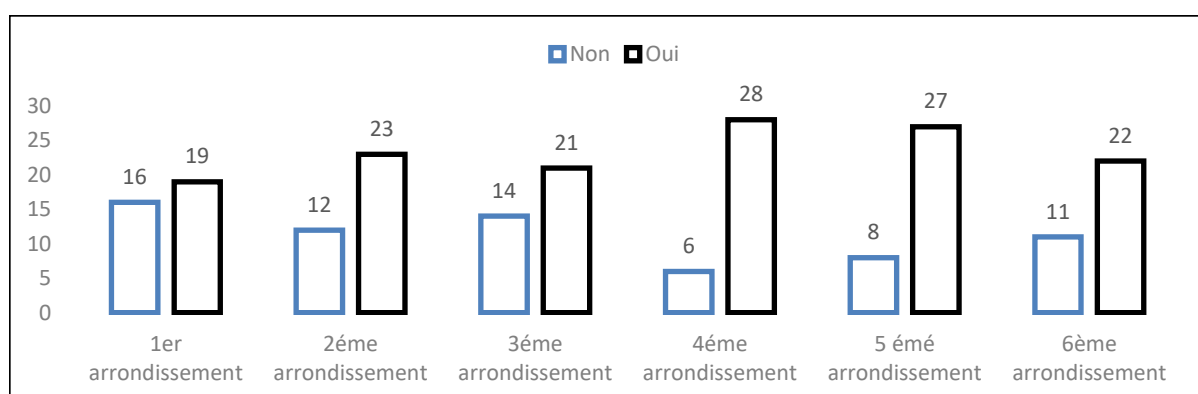


Sources : Enquêtes du terrain, septembre 2022

Figure 26: Perception de la population sur la question du changement climatique à Abéché.

1.2.2.2.1 Perception de l'augmentation de la fréquence des pluies et leur relation avec les inondations à Abéché

Sur 210 personnes enquêtées, 67,63% perçoivent une augmentation de la fréquence des pluies. Ils expliquent que la pluie a augmenté, il pleut beaucoup plus qu'avant. Certains ont expliqué à travers la fréquence des inondations et l'augmentation de la durée de la saison pluvieuse. 32,37 % ont indiqué qu'il y a une baisse de la fréquence des pluies compte tenu de la baisse de production et de la rareté de l'eau. Certains ont témoigné que la ville d'Abéché ne connaît pas les inondations avant mais c'est ces dernières années avec l'augmentation de la fréquence et l'intensité des pluies que la ville subit des inondations répétées.



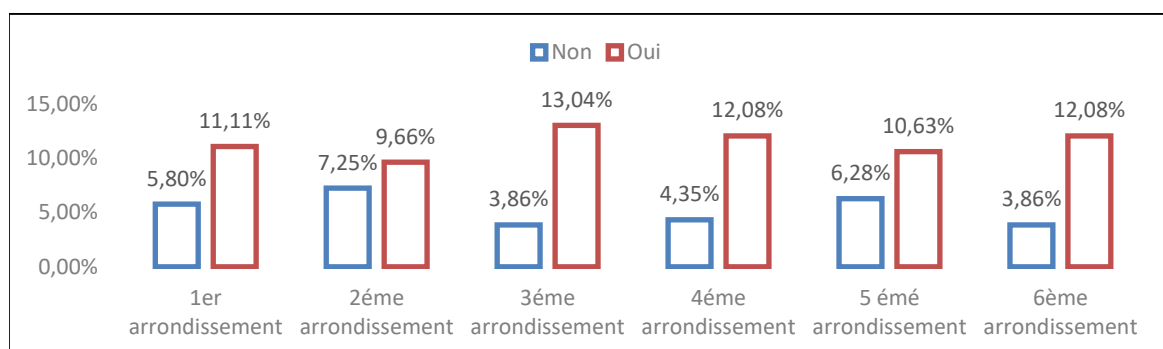
Sources : Enquêtes du terrain, septembre 2022

Figure 27: Perception de la population sur augmentation de la fréquence des pluies à Abéché

1.2.2.2.2 Perception sur l'augmentation de la durée des pluies et leur relation avec les inondations à Abéché

L'augmentation de la durée de pluie est un paramètre qui influence le ruissellement, le débit des *ouadis*, la fragilité des infrastructures, la perméabilité du sol et tout cela a un impact

sur la provenance des inondations. Sur 210 personnes enquêtées 68,60% perçoivent une augmentation de la durée de pluie et 31,40% ont indiqué une diminution de la durée des pluies. Les personnes enquêtées perçoivent des précipitations journalières des longues durées.

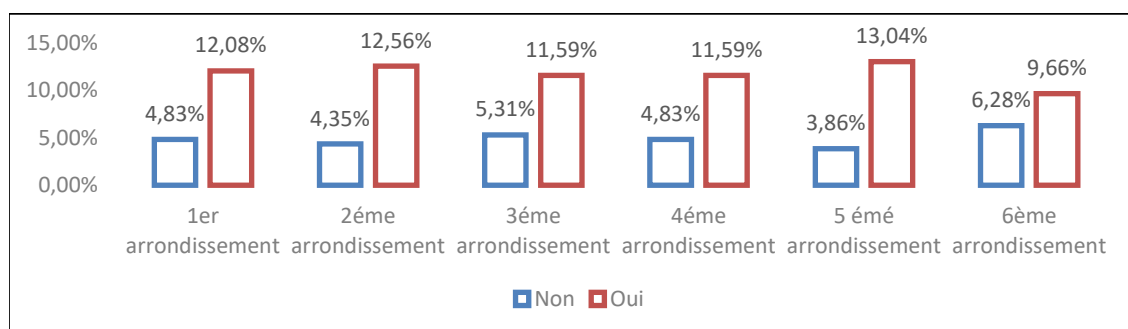


Sources : Enquêtes du terrain, septembre 2022

Figure 28: Perception de la population sur augmentation de la fréquence des pluies à Abéché.

1.2.2.2.3 Perception sur l'augmentation de la durée de la saison pluvieuse et leur relation avec les inondations à Abéché

Sur 210 personnes enquêtées, 70,53% perçoivent une augmentation de la durée de la saison pluvieuse à travers la modification de date de commencement et de fin. Ils disent que la saison pluvieuse devient de plus en plus longue tandis que 29,47% perçoivent un recul de la durée de la saison pluvieuse. Nous avons observé ces dernières années une irrégularité dans la durée de la saison pluvieuse.



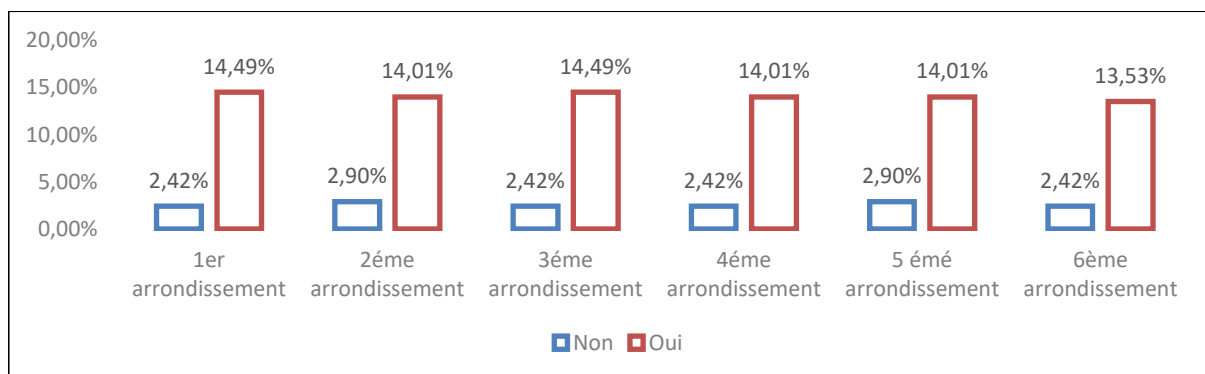
Sources : Enquêtes du terrain, septembre 2022

Figure 29: Perception de la population sur augmentation de la durée de la saison pluvieuse à Abéché.

1.2.2.2.4 Perception du changement de la date de début de la saison pluvieuse et leur relation avec les inondations à Abéché

Sur 210 personnes enquêtées 84,54% ont constaté un changement dans la date de début de la saison pluvieuse. Sachant très bien que la ville d'Abéché bénéficie d'un climat sahélien, avec une saison de pluie allant de juin à août et une saison sèche de septembre au mai. La population a observé des commencements précoces pendant le mois d'Avril et mai. La variabilité saisonnière s'observe déjà par ce changement. Pourtant 15,46% des personnes enquêtées n'ont rien constaté, affirmant que la saison de pluie garde toujours la même date de

commencement qui est juin. Le changement de la date de début de la saison pluvieuse peut amplifier la vulnérabilité de la population aux inondations si celle-ci n'a pas été informée. Certains ménages attendent le mois de juin pour construire des digues, remblai leur maison, creuser des canaux d'évacuation des eaux et développer autres systèmes d'adaptations. Ce changement amplifie aussi la vulnérabilité des marchés et des commerçants compte tenu de leur localisation et implantation des activités dans le lit des *ouadis* qui vont subir des dommages énormes. Ce qui amplifie la situation ; c'est la précarité de service d'alerte et le difficulté d'accessibilité de la population aux données climatiques et hydrologiques.

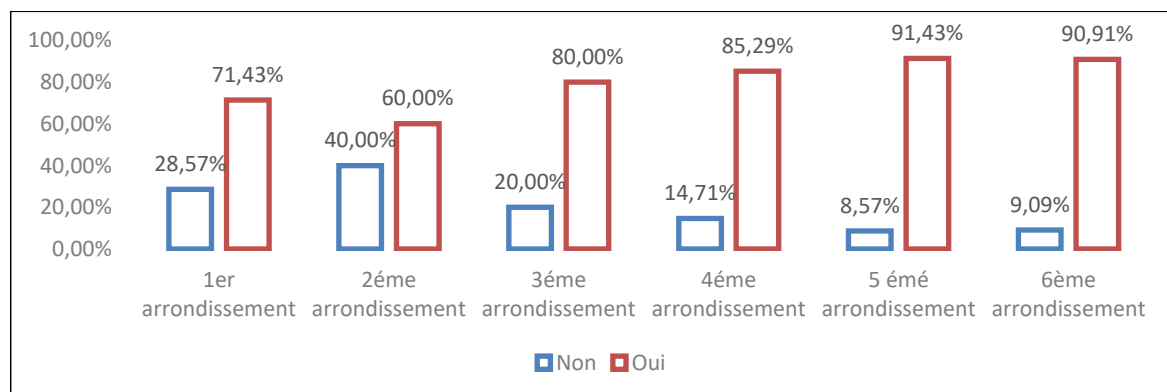


Sources : Enquêtes du terrain, septembre 2022

Figure 30: Perception de la population sur le changement de la date de début de la saison pluvieuse à Abéché.

1.2.2.2.5 Perception de l'augmentation de quantité des pluies et leur relation avec les inondations à Abéché

Sur 210 personnes enquêtées 79,71 % ont indiqué que la pluviométrie est en train d'augmenter à travers la fréquence des inondations, des fortes crues, le débordement des *ouadis* et la stagnation des eaux. La population a constaté de fortes pluviométries, avec de fortes intensités et de longues durées. 20,29 % des personnes enquêtées ont indiqué une baisse de la quantité de pluies, à travers la rareté de l'eau, la rupture des eaux des pluies en pleine récolte et la dégradation du couvert végétal observée dans la ville. La quantité des pluies tombées est un facteur qui influence la capacité d'infiltration du sol, du ruissèlement, et l'augmentation aussi de débit des *ouadis* entraînant ainsi des inondations dans les quartiers environnant.

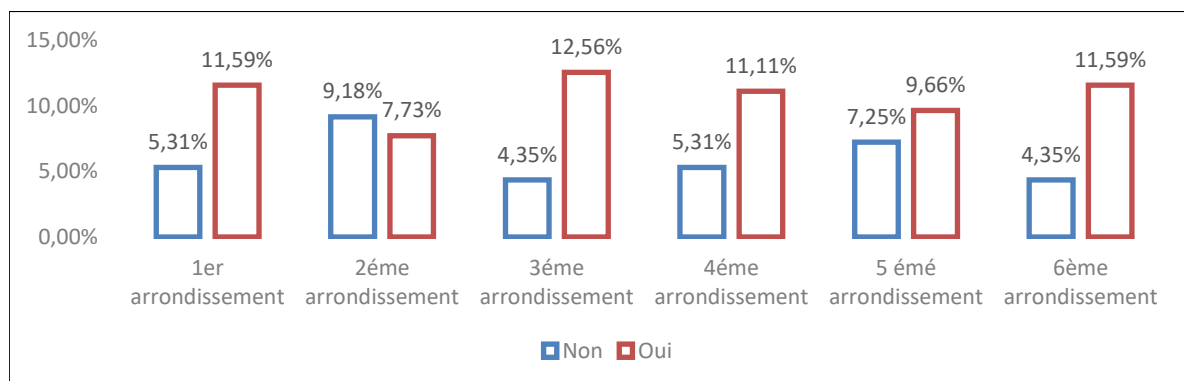


Sources : Enquêtes du terrain, septembre 2022

Figure 31: Perception de la population sur l'augmentation de quantité des pluies à Abéché.

1.2.2.2.6 Perception de l'augmentation de la fréquence des inondations

Les enquêtes ont révélé que, l'augmentation de la fréquence des inondations est ressentie par 64,25 % des personnes enquêtées. Ces dernières années, les inondations de 2021 et 2022 ont bouleversé la vie de la population. Avant la ville d'Abéché ne connaît pas des inondations dévastatrices, mais aujourd'hui compte tenu d'une urbanisation mal contrôlée et le contexte actuel des changements climatiques ont exacerbé les tendances. 35,75 % n'ont pas ressentie cette augmentation compte tenu de leur capacité d'adaptation très élevée et leur éloignement des sources de risque.



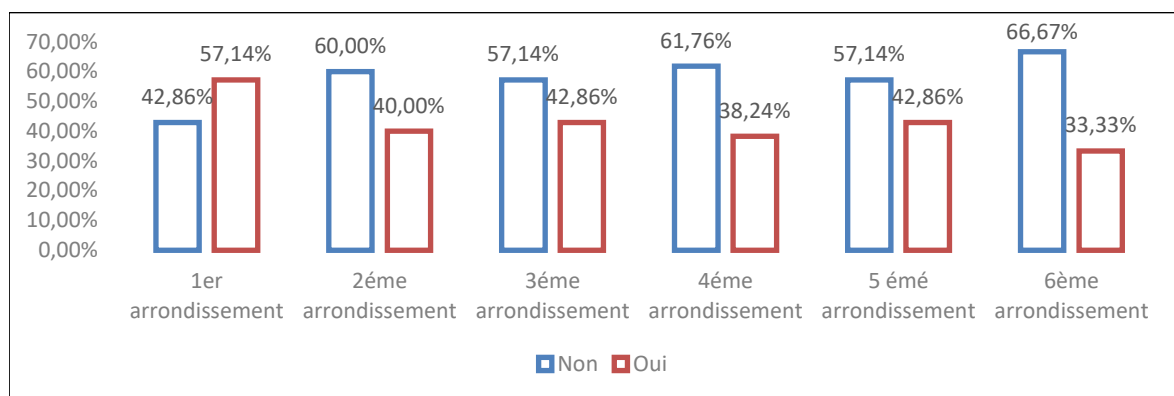
Sources : Enquêtes du terrain, septembre 2022

Figure 32: Perception de la population sur l'augmentation de la fréquence des inondations à Abéché.

1.2.2.2.7 Perception de l'augmentation de l'occurrence des vents violents entraînant dégâts

Les vents violents entraînent des dégâts et accentuent la vulnérabilité de bâtiment, des routes, de l'économie et la santé de la population. 57,49 % des personnes enquêtées perçoivent une augmentation des vents violents entraînant dégâts. 42,51 % des personnes enquêtées n'ont pas perçu ce type des vents. Certaines pluies causent des dégâts ; c'est parce qu'elles sont accompagnées par des vents violents affirment certaines personnes. Donc l'occurrence de ce phénomène peut accentuer la vulnérabilité de la population en cas des inondations ou pas dans la ville d'Abéché.

La ville d'Abéché est soumise au souffle de l'harmattan pendant la saison pluvieuse et de souffle de la mousson pendant la saison sèche. Pendant la saison pluvieuse, les grosses pluies sont accompagnées par des vents violents qui cassent les branches des arbres, détruisent les hangars, soulèvent les toits des maisons, désétablissent le fonctionnement des marchés et perturbent la circulation des routes causant ainsi des accidents de circulations. Le vent constitue un facteur amplificateur de la vulnérabilité dans la ville d'Abéché. La vulnérabilité se manifeste par les types des toits, des infrastructures économiques, sociales qui sont très précaires. Les personnes enquêtées indiquent que les précipitations sont souvent accompagnées des vents violents qui soulèvent les toits et favorisent l'entrée des eaux engendrant ainsi des inondations et des dégâts matériels. Les vents sont aussi responsables aussi des destructions des marchés à travers, la destruction des hangars, et déstabilisations de transport.

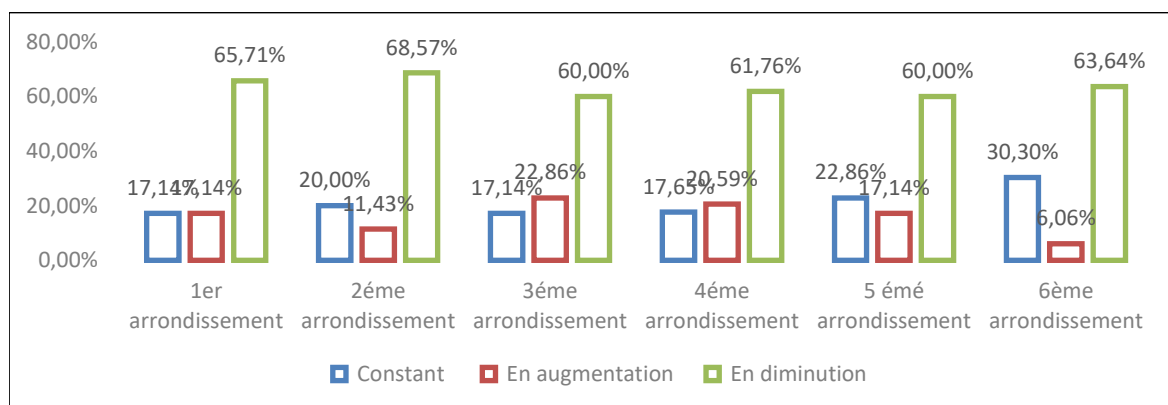


Sources : Enquêtes du terrain, septembre 2022

Figure 33: Perception de la population sur l'augmentation de l'occurrence des vents violents entraînant dégâts à Abéché.

1.2.2.2.8 Perception de l'évolutions des terres agricoles

63,29 % des personnes enquêtées ont perçu une diminution des terres agricoles, des espaces jadis étaient des champs agricoles sont occupés aujourd'hui par des habitations, des activités économiques. C'est le cas du 3ème arrondissement. Ce dernier qui était une zone agricole drainé par un *ouadis* ; se voit transformé en des lieux d'habitation qui sont sujettes aux inondations par débordement aujourd'hui. 15,94 % ont indiqué l'évolution des terres agricoles et 20,77 % ont indiqué que les terres agricoles sont en constante évolution.

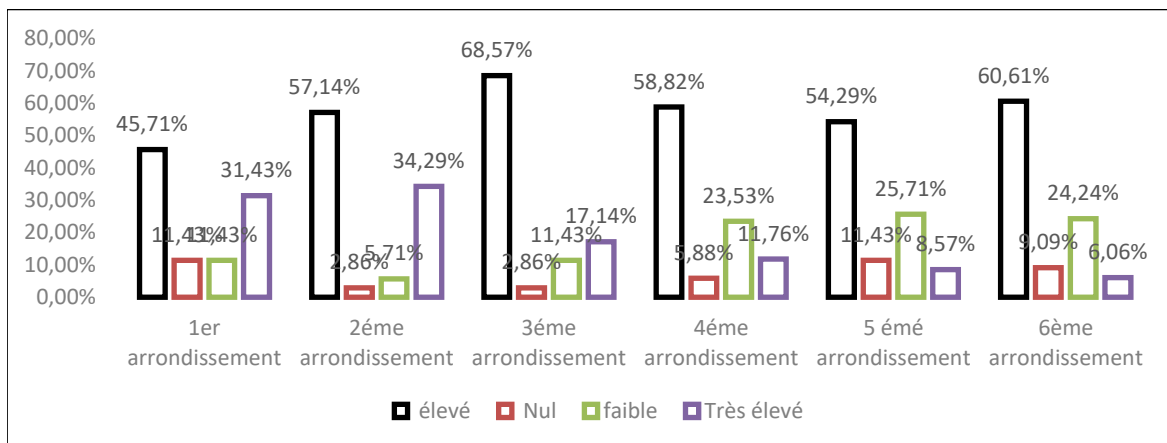


Sources : Enquêtes du terrain, septembre 2022

Figure 34: Perception de la population sur l'évolutions des terres agricoles à Abéché.

1.2.2.2.9 Perception de la population sur le niveau de dégradation des sols

Le sol est un facteur capital dans l'occurrence des inondations. Sur 210 personnes enquêtées, 57,49 % ont indiqué une dégradation élevée des sols dans leur quartier. 18,36 % ont indiqué une dégradation très élevée, 16,91 % ont indiqué une dégradation faible et 7,25 % pour ont indiqué une dégradation nul des sols. La population perçoit cette dégradation par les types d'activités utilisées, l'implantation des habitats, le rejet de déchets, la stagnation des eaux et la destruction du couvert végétal par la population.

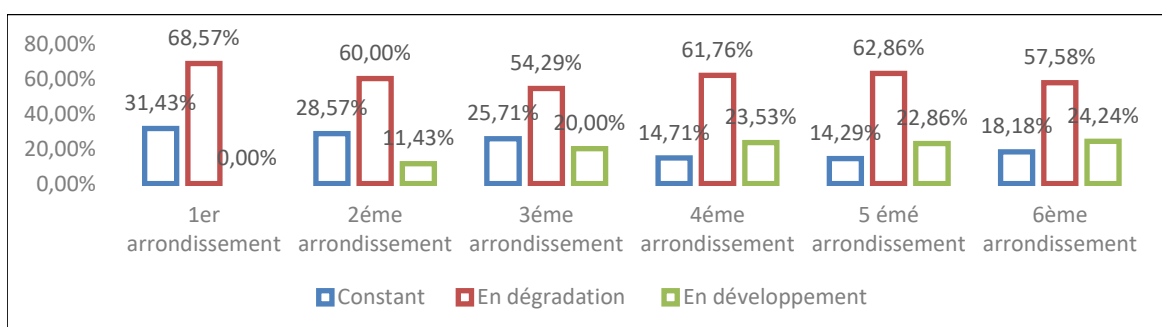


Sources : Enquêtes du terrain, septembre 2022

Figure 35: Perception de la population sur le niveau de dégradation des sols à Abéché.

1.2.2.2.10 Perception de la population sur l'évolution de la végétation à Abéché et leur relation avec les inondations

Sur 210 personnes enquêtées 60,87%, ont indiqué que la végétation est en voie de dégradation et c'est ce qui est observable dans la ville d'Abéché. Le couvert végétal a été remplacé par des occupations humaines, les lits et les berges des *ouadis* se trouvent sans végétation. 16,91 % ont indiqué que la végétation est en développement et 22,22 % ont indiqué une évolution constante de la végétation. Le couvert végétal joue un rôle très important dans l'occurrence des inondations. Un sol couvert et un sol nu n'ont pas la même capacité d'infiltration. Dans la ville d'Abéché, le couvert végétal est dominé par des arbustes dispersés. Le quartier tel que Motobono était une zone où la population pratiquait l'agriculture irriguée et pluviale. Et compte tenu de la pression démographique et l'arrivée des réfugiés, le couvert végétal est remplacé, les gens ont occupé les bas-fonds inondables, les lits des *ouadis* ce qui engendre des inondations dévastatrices ces dernières années. L'absence du couvert végétal a amplifié ce phénomène, puisque la capacité d'infiltration du sol est réduite, le ruissellement est accentué.



Sources : Enquêtes du terrain, septembre 2022

Figure 36: Perception de la population sur l'évolution de la végétation à Abéché

1.3 Présentation générale des inondations à Abéché

1.3.1 Occurrence des inondations à Abéché

Ces dernières années la ville est soumise aux inondations répétées qui se produisent le plus souvent en Août causant des dégâts énormes. La ville d'Abéché connaît une extension urbaine démesurée. Cette extension est issue d'une forte explosion démographique, d'arrivée des réfugiés et d'un important exode rural se traduisant par l'occupation des zones non aedificandi. Ainsi, en raison des faibles ressources des pouvoirs publics, responsables des travaux d'infrastructures et des équipements collectifs, la ville n'est pas aménagée en même temps qu'elle s'étend et en même temps que la population s'accroît.

Il est aussi à souligner, l'implantation des activités économiques dans les lits de ouadis. Dans la ville d'Abéché, une partie même du marché central se trouve dans les *ouadis*. Les constructions urbaines ont englouti les lits de ouadis, réduisant ainsi la largeur des *ouadis*, surtout ce phénomène est accentué dans le troisième arrondissement (3), devenu aujourd'hui cause majeure des inondations dans la ville d'Abéché. L'observation de la situation montre plusieurs cas de figures : la stagnation des eaux, les débordements des Ouadis, l'érosion des berges, destructions des maisons, des boutiques et plusieurs dégâts sociaux PADUR (2009).

Abéché est aussi la seule de grandes agglomérations du pays qui n'a pas bénéficié d'ouvrages de drainage depuis plus de 30 ans PADUR (2009). Le projet de développement urbain qui avait identifié en son temps (1995) les travaux prioritaires à réaliser pour résoudre ce problème, n'a pas pu être mis en exécution. C'est la raison de la persistance et de l'accentuation des problèmes de drainage des eaux pluviales et de la dégradation de l'environnement. A cela, il faudrait ajouter l'insouciance et l'incivisme de la population, qui non seulement construit dans le lit des Ouadis, mais n'entretient pas les ouvrages de drainage qui sont totalement obstrués aujourd'hui. La ville d'Abéché s'est développée autour de deux grands Ouadis : les Ouadis Am Soudourieh et A m Kamel et leurs affluents.

Dans le même sens que des résultats de notre étude, les travaux de PADUR (2009) montrent que les quartiers les plus touchés par la stagnation des eaux sont : Agat Rachid, Amsiégo, nord Ben Jedid, Djabanair, Djamtat, Haoussa, Hilélé, Kamina 1 et Moumié, Alriyad. Les quartiers concernés par les menaces de débordement des eaux des ouadis sont : Am Soudourieh, Kamina 1 et Kamina 2 (Ouadi Amsoudourieh), Djatiné, Djinen Tourk et Salamat (Ouadi A m Kamal), Amsoudourieh, Taïba, Hayal Matar, et Kamina 3 (Ouadi Hayal Matar). Les zones inondables s'étendent sur environ 310 ha, soit un peu plus d'un dixième de la superficie totale actuelle de la ville. La population touchée est d'environ 32 000 habitants soit le tiers de la population totale de la ville (estimée actuellement à 100 000 habitants).

1.3.2 Type d'inondation à Abéché

Les inondations d'origine pluviale et par débordement des *ouadis*. Les inondations sont causées par des précipitations intenses, qui entraînent des ruissèlements rapides des eaux de pluie. Les zones situées dans les basses altitudes (3ème et 4ème arrondissement) sont le plus inondables. Les inondations par débordement des *ouadis* (Amsoudourieh et Amkamil) sont dues aux fortes pluies entraînant une montée rapide des eaux de *ouadis* ainsi que leur débordement.

Tableau 25: Historique des inondations dans la ville d'Abéché.

Dates des inondations	Description des évènements	Causes climatiques	Sources
1999	Les apports d'origine externe (Soudan) ont détruit les hangars, emportées des marchandises dans le grand marché de la ville d'Abéché	Liées aux pluviométries en amont	Enquêtes de terrain,2022
2004	Des inondations dévastatrices qui ont ravage le marché de Ridjil, causant des pertes et dommages économiques énormes par des eaux venant en amont (soudan)	Liées aux pluviométries en amont	Enquêtes de terrain,2022
20/7/2010	Pluies abondantes accompagnées des vents violents ont causé 2 morts et détruits des habitations pour 5 142 personnes dans la ville d'Abéché. 60% des forages sont endommagés., de fortes pluies ont provoqué des inondations importantes dans la ville, causant des dommages considérables aux infrastructures et aux habitations. Plusieurs quartiers ont été submergés et les routes ont été coupées	Fortes précipitations	Rapport OCHA, 2021
2012	Les inondations ont été particulièrement graves, touchant non seulement la ville d'Abéché, mais également d'autres régions du Tchad. Les inondations ont provoqué la mort d'au moins 34 personnes et ont touché plus de 100 000 personnes	Fortes précipitations	Rapport OCHA, 2013
2013	La ville a de nouveau été touchée par des inondations importantes, causant des dommages matériels considérables.	Dues aux pluviométries en amont venant du Soudan	Enquêtes de terrain,2022 et entretien
2014	De fortes pluies ont de nouveau provoqué des inondations dans la ville, endommageant les routes et les infrastructures.	Fortes pluies	Enquêtes de terrain,2022
2016	Cette inondation est liée à une forte précipitation, tous ceux qui sont près des cours d'eau ont subi le choc. Il y a eu une inondation catastrophique qui a ravagé les quartiers de 3eme arrondissement, causant des dégâts matériels, des pertes des biens économiques et des maisons détruites.	Fortes précipitations de longues durées	Enquêtes de terrain,2022
15/08/2020	Les inondations ont touché de nombreux quartiers de la ville, submergeant les maisons et les infrastructures et laissant de nombreuses personnes sans abri.	Fortes pluviométries	Rapport UNICEF, 2020
26/08/2021	Les inondations de 06/aout/2021 ont causé des dégâts économiques, sociaux et environnementaux ,857 ménages sinistrés 2 morts et 10 blessés plus de 50 maisons détruites, plus de 500 maisons inondées et un important dégât matériel	Des fortes pluviométrie exceptionnelles	Réunion cluster 2021

CONCLUSION

Ce chapitre nous a permis d'identifier les aléas climatiques à l'origine des inondations dans la ville d'Abéché. Les résultats montrent que les inondations à Abéché sont liées à la variabilité climatique. L'analyse de la variabilité décennale montre en générale une tendance à la baisse des moyennes et des cumulés annuels. Pendant la période de (1991- 2000), la moyenne était de 369,3mm, lors de la période de (2001-2010), on observe une diminution de la moyenne (307mm), pourtant Pendant la période de (2011-2021), on observe une légère augmentation de la moyenne (330,8mm) ce qui montre une tendance à la baisse des précipitations. L'analyse des anomalies interannuelles et saisonnières a montré une tendance à la baisse des précipitations. Les analyses inter- mensuelles des précipitations ont montré une augmentation des quantités des pluies des trois (3) dernières années pendant le mois d'Août et juillet. L'analyse journalière des précipitations a montré que la quantité des pluies reçues ne dépend pas de nombre de jours de pluies. Certaines années ont enregistré un nombre de jours de pluie élevé pourtant avec un cumul inférieur. Le mois de juillet de l'année 2021 à 14 jours de pluie avec un cumul de 116 mm, pourtant en Août avec seulement 11 jours de pluie on assiste à une quantité importante de 162mm. Les résultats obtenus sont ceux que nous attendions, l'analyse de variabilité montre une baisse des précipitations en générale mais une augmentation ces trois dernières années. Ainsi, les données des perceptions et climatiques montrent que les pluies journalières, de forte intensité et longue durée sont responsables des inondations à Abéché. Les perceptions indiquent que la dynamique urbaine avec cette occupation anarchique de l'espace et la transformation des zones agricoles en zones d'habitations observées dans certains arrondissements (3ème et 4ème), et l'occupation des zones à base altitudes sont aujourd'hui responsables des inondations dans la ville d'Abéché. L'analyse de la variabilité journalière montre que les inondations à Abéché sont causées par des précipitations journalières exceptionnelles et celles-ci sont couplées par l'occupation des zones inondables avec obstruction des canaux de drainages des eaux, et une diminution des largeurs des ouadis par des constructions d'habitation. L'absence des canaux d'évacuation des eaux dans certains quartiers, le dépôt des déchets dans les lits des *ouadis*, le manque d'entretien des canaux existants, l'occupation anarchique de l'espace sont tous facteurs des inondations à Abéché. La plupart des ménages enquêtés de cette zone ont pris conscience de la présence de la variabilité des précipitations dans cette zone, car la plupart d'entre eux ont perçu un changement. Les résultats de notre étude convergent avec notre hypothèse que la variabilité climatique et les facteurs anthropiques sont responsables des inondations à Abéché. Les analyses des données climatiques et la perception de la population ont montré que l'augmentation des précipitations ces dernières années ont occasionné des fortes pluviométries qui génèrent des inondations à Abéché. Nos résultats vont dans le même sens que ceux de FAO (2012), qui indique que les fortes pluies enregistrées surtout au mois d'août ont provoqué de larges inondations dans le Sud et l'Est du Tchad, ponctuellement dans des régions de la bande sahélienne.

CHAPITRE 2 : FACTEURS ET INDICATEURS DE LA VULNERABILITE AUX INONDATIONS DANS LA VILLE D'ABECHE

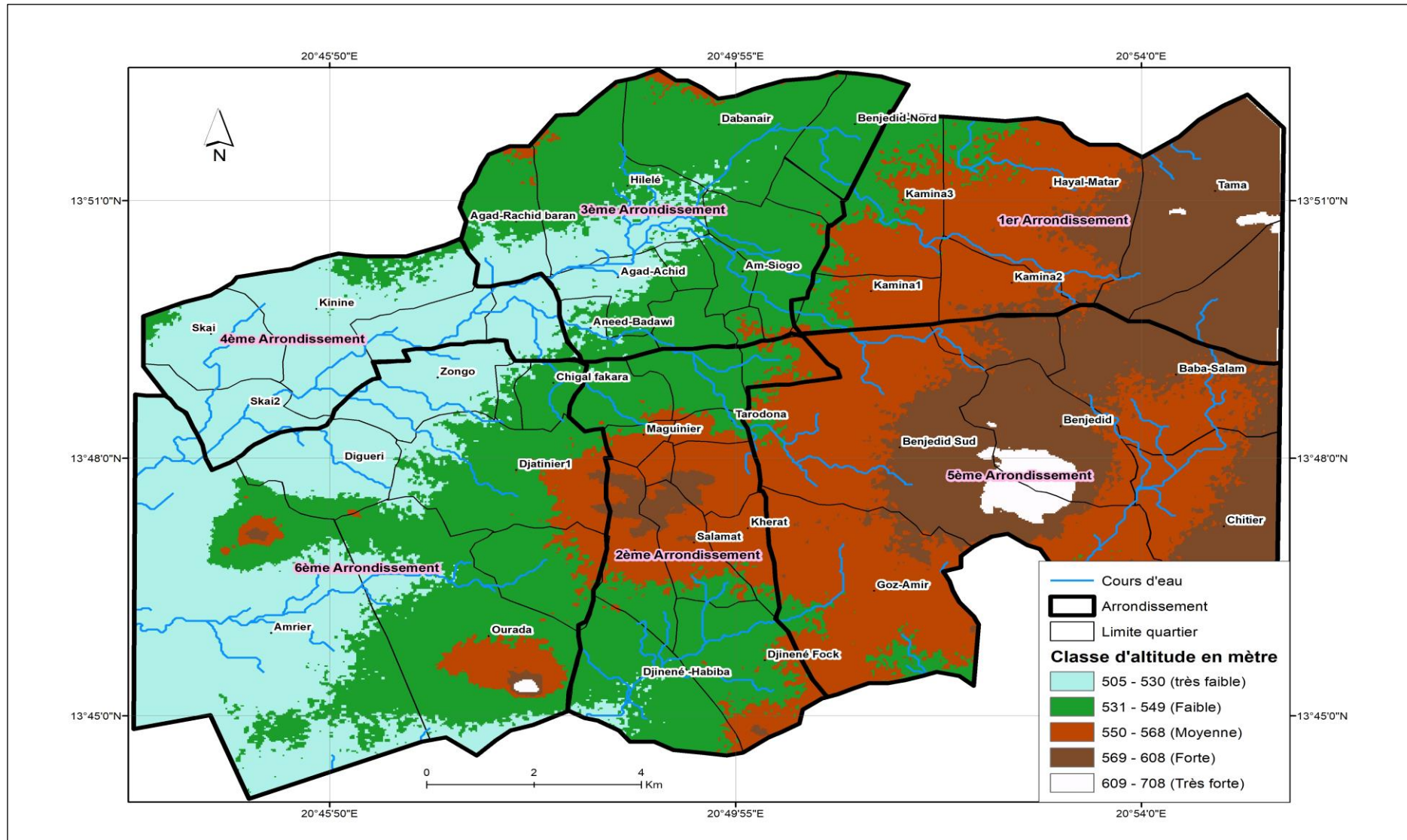
INTRODUCTION

Dans ce deuxième chapitre, il est question d'identifier les facteurs d'exposition et de sensibilité de la ville d'Abéché aux risques d'inondation. Ce chapitre se base sur l'analyse des facteurs biophysiques, sociaux, économiques, infrastructurels et institutionnels de la vulnérabilité aux inondations dans la ville d'Abéché. Les données sont issues par des enquêtes auprès de ménages, des entretiens avec la mairie de la ville d'Abéché, ainsi que d'autres documents (mémoires, articles et rapports des ONG). Dans ce chapitre il est question aussi d'analyser et évaluer la vulnérabilité de la population aux inondations dans la ville d'Abéché. Pour cela nous avons procédé par l'élaboration des grilles pour évaluer la vulnérabilité sociale, économique, physique, infrastructurelle ainsi que la vulnérabilité institutionnelle. Et tout cela nous a permis l'élaboration des cartes des vulnérabilités. Les données utilisées dans ce chapitre sont de types qualitatifs et quantitatifs.

2.1 ANALYSE DES FACTEURS BIOPHYSIQUES DE VULNERALITE DANS LA VILLE D'ABECHE.

2.1.1 Facteurs géomorphologiques de vulnérabilité de la population aux inondations dans la ville d'Abéché.

Le relief de la ville d'Abéché est composé des plaines, des plateaux et de petits massifs montagneux. On trouve du Nord à l'est et du sud-Est des reliefs enlevés, tandis qu'à l'Ouest elle s'étend sur un plateau.



Source : OSM (2021) Scr: datun-wgs84 Explorer, DEM ASTER de 30 m

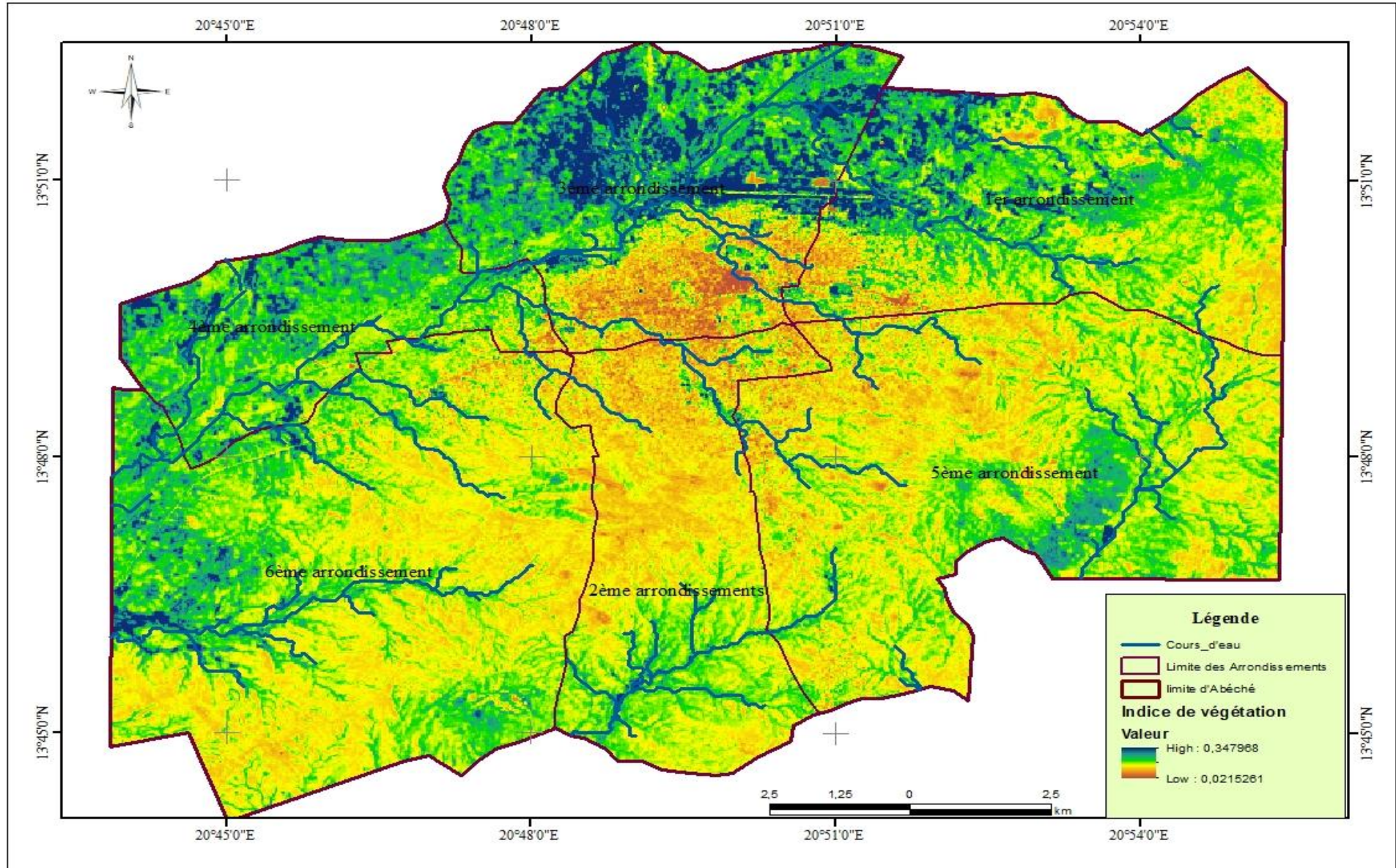
Figure 37: Carte d'altitude d'Abéché

Cette figure montre que les zones de très faibles altitudes (505-530m) et faibles altitudes (531-540) se trouvent dans le 3^{ème}, 4^{ème}, 6^{ème} arrondissement et une petite partie du 2^{ème} arrondissement. C'est dans ces zones de basses altitudes que la population est plus concentrée. Ces zones sont drainées par des *ouadis*, la population a construit dans les lits et berges des *ouadis* et compte tenu de l'absence et le mauvais état des canaux d'évacuation des eaux, les inondations sont plus accentuées et fréquentes dans ces zones que dans les autres arrondissements. L'agglomération est elle-même implanté dans une cuvette drainée par des *Ouadis*. Elle est localisée sur un ensemble dont les altitudes varient entre 500 et 1 000 m.

2.1.2 Facteurs floristiques : Un couvert végétal favorable aux inondations

La ville d'Abéché qui se situe dans la zone sahélienne est caractérisée par une flore et une faune très pauvre. La flore est identique à celle des régions sahéliennes fortement liées aux conditions pédoclimatiques (Abakar,2015). Elle est relativement pauvre, hétérogène et discontinue. Les formations végétales clairsemées donnent autour de la ville des steppes arbustives et herbeuses installées sur des systèmes dunaires ou gravillonnais.

Le couvert végétal de la ville est caractérisé par des espèces sahéliennes. Il constitue des steppes ou pseudo-steppes à acacias épineux, rabougris avec des graminées en hivernage. On trouve cependant le long des ouadis, des végétations hygrophiles lorsque les activités anthropiques ne les ont pas détruites, Dans la ville d'Abéché, les arbres et arbustes dominants sont des balanites aegyptiacas (savonniers), des acacias albida, senegalis, etc. Il s'agit d'épineux adaptés aux dures conditions climatiques. On trouve également quelques Nimier et arbres fruitiers plantés soit par l'administration, soit par la population. Ainsi, le couvert végétal est fortement influencé par les effets de climat et les activités humaines. On observe tout au long de *ouadis* que le couvert végétal est remplacé par la construction des hangars, des boutiques et autres installations humaines. La dynamique spatiale et humaine de la ville sont responsables aujourd'hui de la dégradation du couvert végétal surtout dans les zones à risque ce qui accentue les inondations.



Source : OSM (2021) Scr: datun-wgs84 Explorer, DEM ASTER de 30 m

Figure 38: Carte de la végétation de la ville d'Abéché

2.1.3 Facteurs pédologiques : Des types de sols favorables aux inondations

La zone d'étude d'Abéché présente trois types de sols : les vertisols, les sols halomorphes, et les sols jeunes peu évolués (Bocquier et al., 1975).

- Les vertisols : sols tropicaux d'argile noire, à faible perméabilité et mauvais drainage, ils sont peu répandus dans la région étudiée. Ces sols, de couleur généralement noire ou brune, présentent en surface des fentes de retrait, disposées en polygones de 50 à 60 cm de diamètre. Le sol est argileux, parfois argilo-sableux superficiellement ;

- Les sols halomorphes : ils sont relativement abondants et on observe aussi des sels solubles en quantité peu importante. On distingue : les sols argilo-sableux à cailloutis superficiel ou "reg", les sols à nodules calcaires et les sols sur alluvions fluviales récents.

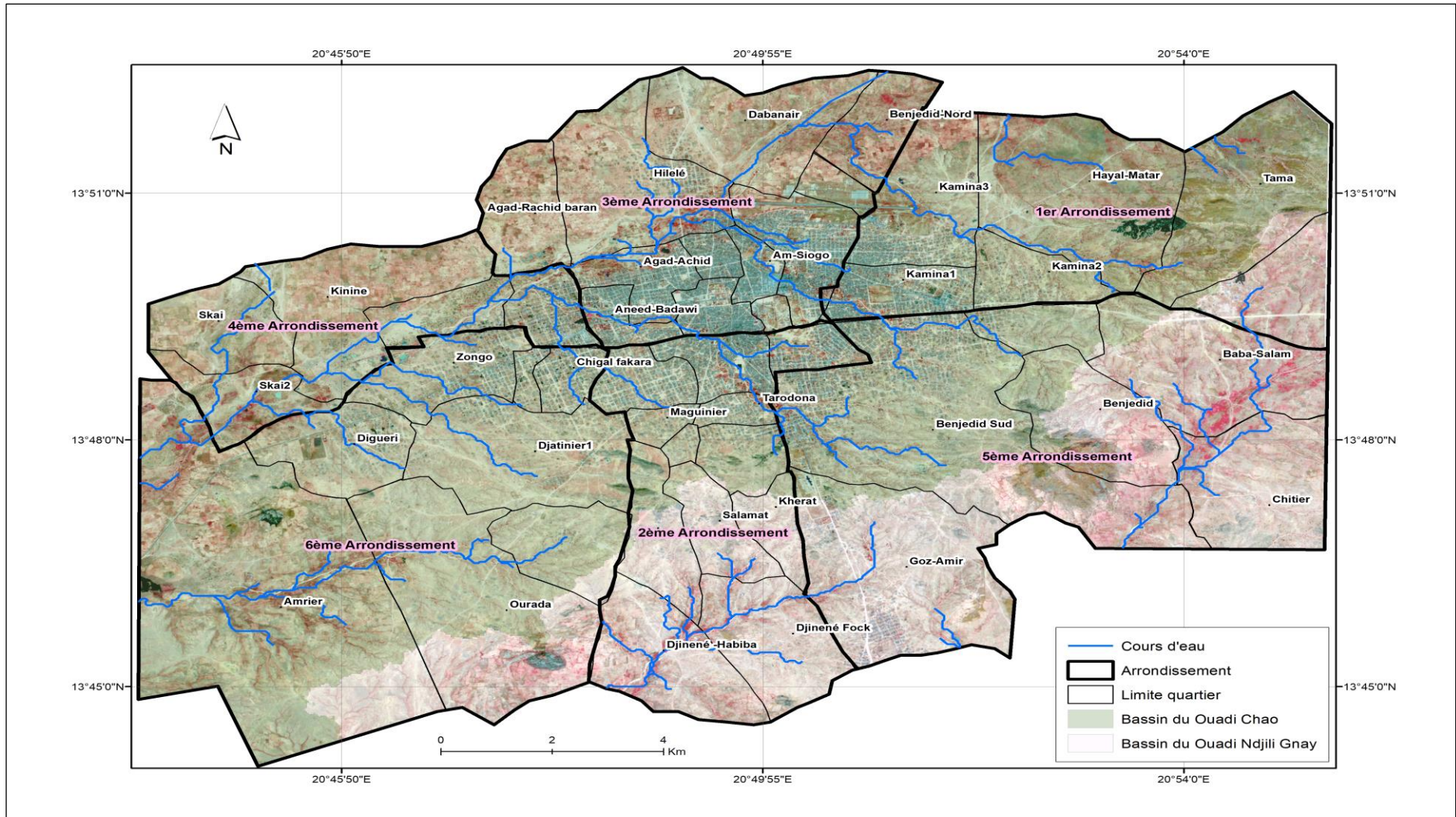
- Les sols peu évolués : ils prennent naissance le plus souvent sur des granites mais parfois sur des granito-gneiss et des granodiorites. Ils sont relativement jeunes et, du fait de l'érosion et des caprices de colluvionnements locaux, vont présenter très souvent des profils hétérogènes.

2.1.4 Facteurs hydrographiques ou hydrologiques

Le réseau hydrographique de la ville n'est constitué que des *ouadis* temporaires et tributaires de la saison des pluies. Ainsi, la ville est traversée par deux grands Ouadis (le *Ouadis Am Soudourieh* et le *Ouadis Am Kamal*) La ville d'Abéché est drainée par deux bassins versants :

Le bassin versant du Ouadis Chao situé au Nord de la ville et qui prend sa source entre Abéché et Am-Zoer dans la région Nord du Ouaddaï. Les deux grands *ouadis* qui traversent la ville sont le *ouadi Am Soudourieh* et le *ouadi Am Kamal* avec leurs affluents qui se transforment en torrents dévastateurs après chaque pluie. En général, ces *ouadis* ne se forment que pendant la saison des pluies. Ils disparaissent complètement à la saison sèche (à partir de Novembre).

Le ouadi Am Soudourieh : est l'un des grands *ouadis* qui draine l'agglomération du Sud-est vers le Nord-ouest. Il couvre les quartiers *Am Soudourié*, *Kamina I* et *Kamina II*. Les berges de ces ouadis connaissent une érosion régressive très marquée. *Le ouadi Am Kamal* : qui s'étend dans la même direction (SE-NO), traverse la ville dans sa partie ouest et sillonne des nombreux quartiers de la ville. Il est depuis les années 2 000 empiété par de nombreuses constructions tout le long ; il est à la cause de nombreux débordements des eaux dans le quartier. Il souffre visiblement d'un manque d'entretien.



Source : OSM (2021) Scr: datun-wgs84 Explorer, DEM ASTER de 30 m

Figure 39: Carte du bassin versant de la ville d'Abéché

2.1.5 Relation entre bassin versant et inondation à Abéché

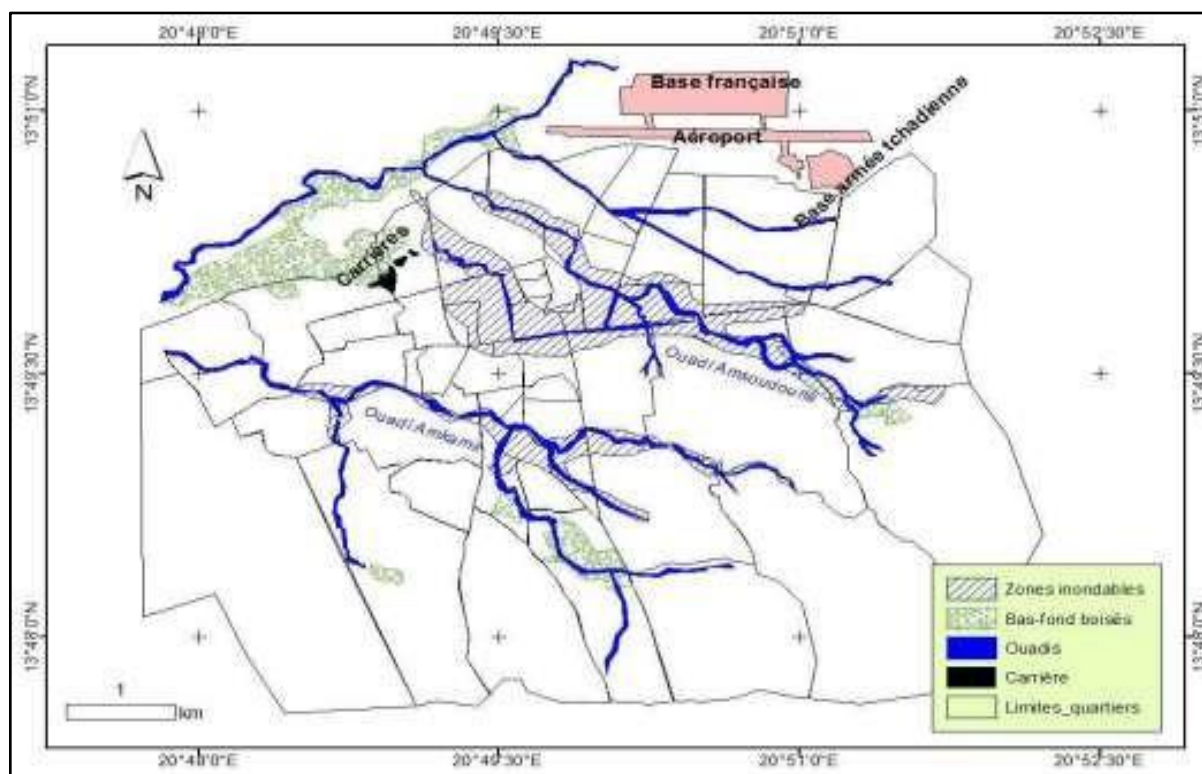
Pour déterminer la forme du bassin-versant nous avons utilisé la formule de Gravelius. L'indice de compacité de **Gravelius (1914) KG** (voir méthodologie), défini comme le rapport du périmètre du bassin au périmètre du cercle ayant la même surface comme détaillée dans la méthodologie à l'introduction.

Les résultats de ce calcul figurent dans le tableau numéro 25.

Tableau 26: Caractéristique du Bassin versant de la ville d'Abéché

Caractéristiques	Résultats
Surface (km ²)	1145,9
Périmètre(km)	186,64
Altitude maximale (m)	800
Altitude minimale (m)	497
Pente moyenne (%)	0,27
Longueur moyenne des écoulements (km)	1,13
Indice de compacité de Gravelius	1,54
Densité de drainage	32

Source : calculs extraits sur Arc Gis sur la base des données de l'image



Source : *Urba plan, 2010, Gogleearth 2015 Réalisation Mahadjir, 2015*

Figure 40: Carte physique de la ville d'Abéché

Cet indice de Gravelius se détermine à partir d'une carte topographique en mesurant le périmètre du bassin versant et sa surface. Il est proche de **1** pour un bassin versant de forme quasiment circulaire et supérieure à 1 lorsque le bassin est de forme allongée.

Le bassin versant de notre zone d'étude à une forme allongée **KG =1,54** alors le bassin versant est de forme allongée. Ainsi, on conclut que la forme allongée du bassin versant est responsable des inondations, car elle ne permet pas un acheminement rapide des eaux vers l'exutoire ce qui cause des inondations

Selon PADUR (2010), les *ouadis* qui traversent la ville posent des problèmes à l'extension et à l'aménagement urbain à Abéché. C'est ainsi que les périmètres qui couvrent les *ouadis* sont des espaces peu organisés où s'observent un éventail d'inondation, d'assainissements et de dégradations environnementales. Cependant, l'accroissement démographique des années 2 000 a renversé la tendance. De toute façon, on peut lire la nuance entre les anciens occupants et les nouveaux qui s'installent sur ces espaces à risque et à travers de lourds investissements.

➤ **Indice des pentes**

Le relief d'un bassin est caractérisé par des indices influençant le régime hydrologique, représenté par :

Ipm=0,27%

Les résultats obtenus du calcul de la pente moyenne de notre bassin versant montrent que cette pente est faible. Ainsi, la pente moyenne ne va pas permettre le ruissellement rapide des eaux pluviales dans le bassin versant et ce faible ruissellement des eaux cause les inondations dans notre zone d'étude.

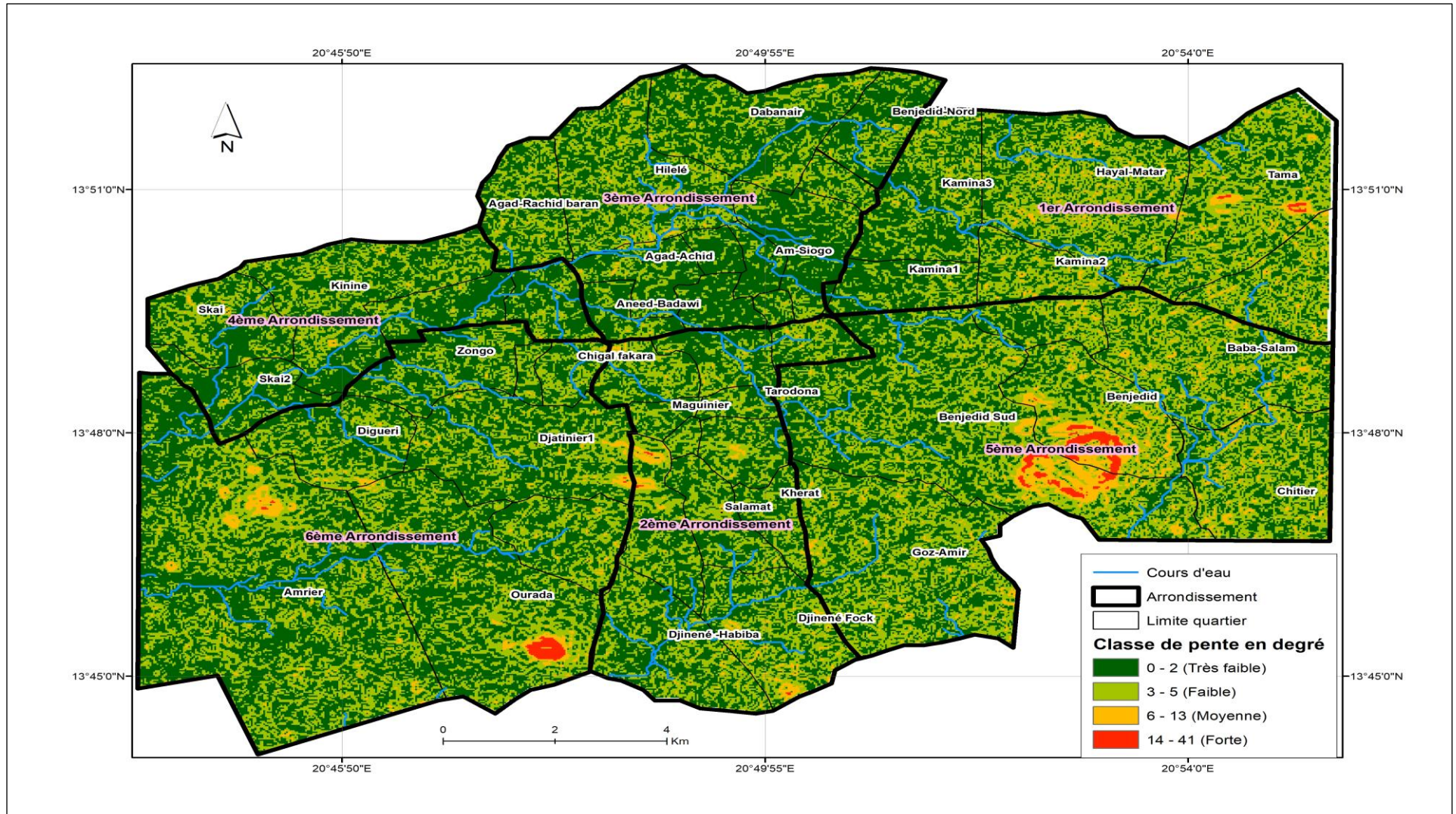
2.1.6 Concentration de la population dans des zones à pentes faibles

D'une manière générale, les eaux météoriques sont drainées vers les cuvettes. On distingue :

- Sur le plateau à faible pente, la nature pétrographique des roches est déterminante, la direction des *ouadis* est perpendiculaire à la ligne de crête générale ;
- Sur les versants abrupts à forte dénivellation, en raison de la puissance érosive des eaux de ruissellement, ce sont les fractures profondes qui orientent les cours des *ouadis*.
- Dans le piémont, l'influence des directions tectoniques sur l'orientation des *ouadis* est incontestable ; particulièrement dans la partie de faible amplitude sédimentaire.

Par contre en aval du piémont, dans la partie de l'affaissement rapide du socle, les *ouadis* coulent dans le sens de la pente générale de l'Est vers l'Ouest, se transformant en une multitude de filets d'eau qui remplissent toutes les petites dépressions inter dunaires au cours de leur passage (Abakar,2015).

Les pentes les plus faibles sont observées dans tous les arrondissements de la ville mais avec une forte concentration dans les 3^{ème} et 4^{ème} arrondissement. Naturellement ce sont des zones de drainages naturels des eaux de pluies mais avec la forte urbanisation, on observe une occupation anarchique de ces zones. Les passages d'eau se trouvent fermés, les constructions ont réduit les largeurs des *ouadis*. Aujourd'hui les eaux de pluies n'arrivent plus à circuler et par conséquent se déversent dans les habitations créant ainsi des inondations.



Source : OSM (2021) Scr: datun-wgs84 Explorer, DEM ASTER de 30 m

Figure 41: Carte des pentes de la ville d'Abéché

2.2 SYNTHÈSE DE L'ANALYSE BIO-PYSIQUE DE LA VULNERABILITE : CARTOGRAPHIE DE LA VULNERABILITE PHYSIQUE AUX INONDATIONS

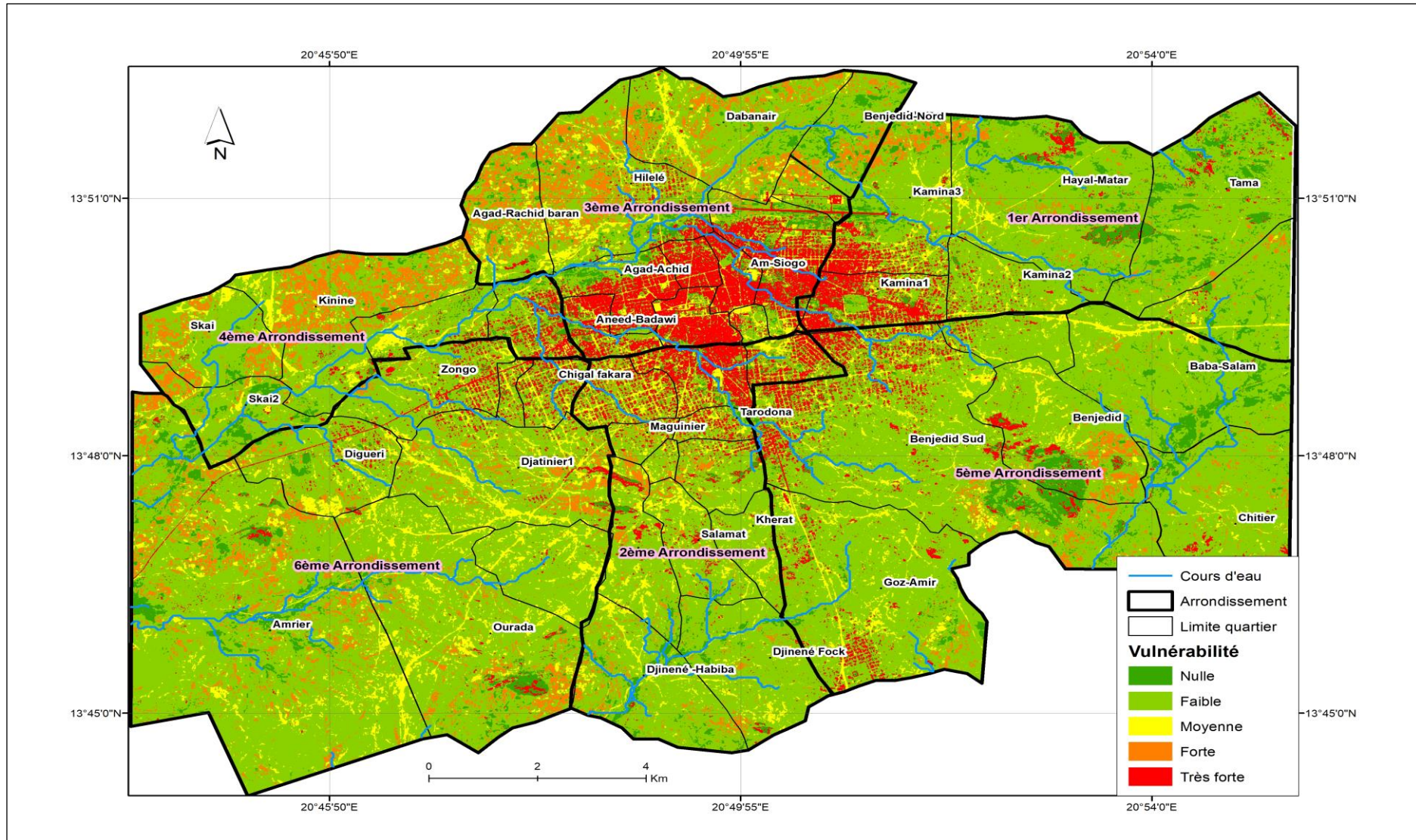
La vulnérabilité de la population aux inondations dans la ville d'Abéché (figure 39) est due à une forte concentration de la population dans des zones segmentées par des *ouadis* et des basses altitudes. La carte montre que la vulnérabilité est élevée dans tous les arrondissements mais très élevée dans le 3^{ème} arrondissement. Le manque des infrastructures de réseaux de drainages, les constructions des habitations dans les lits des *ouadis* et la modification de la dynamique naturelle des *ouadis* sont des facteurs responsables de la vulnérabilité de la population dans la ville d'Abéché.

2.2.1 Analyse de l'Alea d'inondation

L'aléa inondation (figure 37) est un phénomène naturel qui peut être dangereux pour les populations et les biens. A Abéché, l'aléa inondation est très élevée dans le 3^{ème}, 4^{ème} et 6^{ème} arrondissement à cause des présences des *ouadis* et des pentes très faibles dans ces zones. L'aléa est élevé dans le 1^{er}, 2^{ème}, 6^{ème} et 5^{ème} arrondissement compte tenu des présences limitées des *ouadis* et leur localisation dans des basses altitudes. L'aléa est faible dans les zones où il y a des affleurements rocheux compte tenu de leur localisation dans les zones des hautes altitudes et ceci s'observe à travers la carte presque dans tous les arrondissements de la ville d'Abéché.

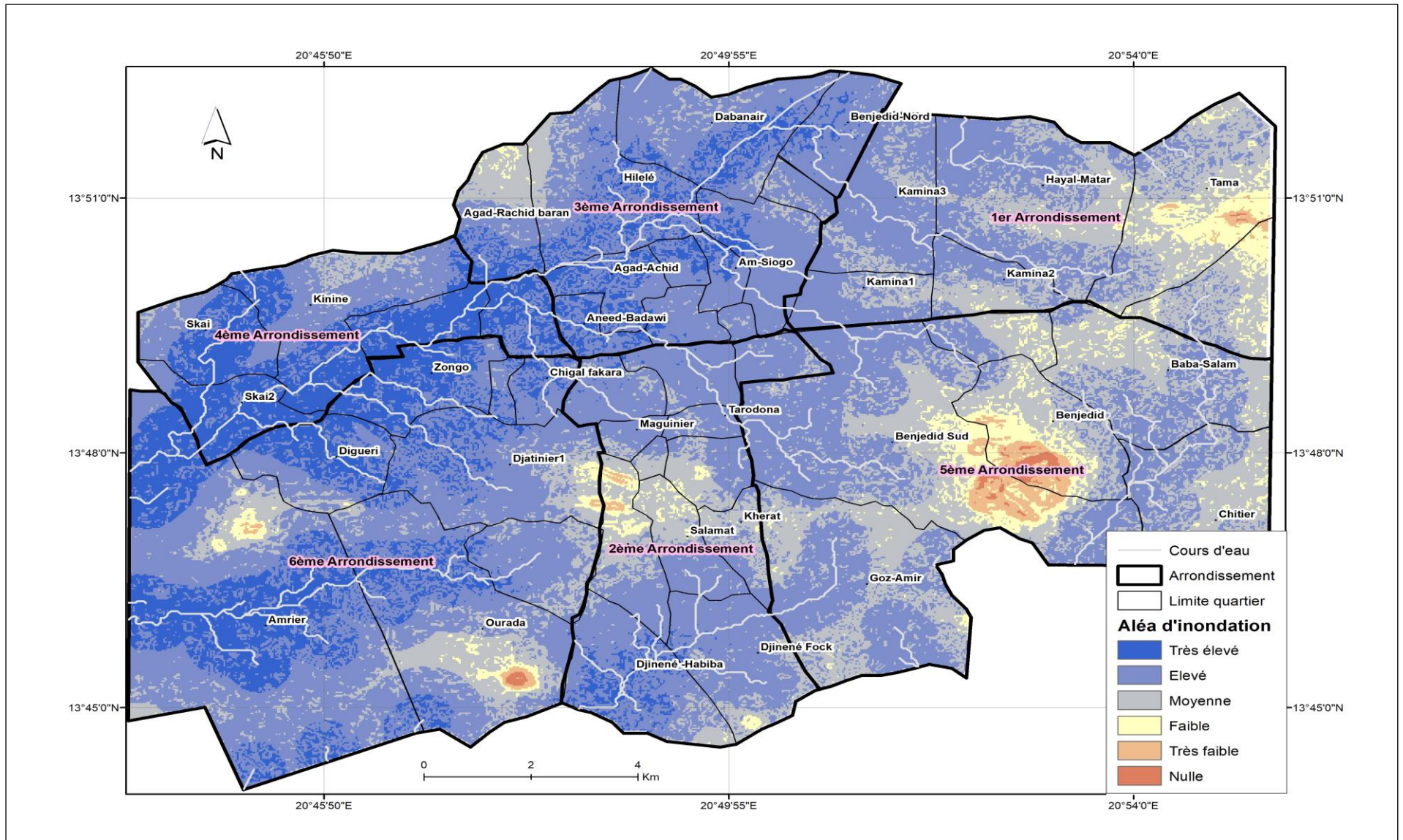
2.2.2 Analyse du risque d'inondation

La carte d'exposition aux risques d'inondation (figure 38) de la ville d'Abéché montre que le risque d'inondation est élevé là où il y a une forte concentration de la population et ceci est observé dans le 3^{ème} arrondissement. C'est dans ce dernier que les inondations par débordement des *ouadis* sont plus intenses. Les 2^{ème}, 4^{ème}, 6^{ème} la carte montre un risque moyen. Le risque est faible dans le 1^{er} et 5^{ème} arrondissement.



Source : OSM (2021) Scr: datun-wgs84 Explorer, DEM ASTER de 30 m

Figure 42: Carte de vulnérabilité physique à l'inondation suivant une approche qualitative prenant en compte la topographie, la distance des maisons par rapport aux cours d'eau et la densité d'occupation humaine à Abéché.



Source : OSM (2021) Scr: datun-wgs84 Explorer, DEM ASTER de 30 m

Figure 43: Carte de répartition d'aléa inondation suivant une approche qualitative prenant en compte la topographie à Abéché

2.3 ANALYSE DES FACTEURS SOCIAUX DE LA VULNERALITE AUX INONDATIONS DANS LA VILLE D'ABECHE

La vulnérabilité sociale peut être définie comme la mesure dans laquelle, les personnes risquent de subir des préjudices, des dégâts ou des souffrances (Amanejieu,2015). Elle se caractérise par l'état de santé, l'âge, le genre, le revenu du ménage. Dans cette étude la vulnérabilité sociale prend en compte les facteurs socio-économiques, sociodémographiques et sanitaires.

2.3.1 Analyse socio-économique et démographique comme facteur de vulnérabilité

L'analyse des facteurs socio-économique et démographique de la vulnérabilité permet de comprendre la population exposée aux inondations selon leur groupe d'âge, leur revenu, leur lien et selon leur évolution spatiale. Abéché est parmi les nombreuses villes africaines où la croissance démographique et les extensions du tissu urbain ont évolué très rapidement les deux dernières décennies entraînant des problèmes sociaux énormes (Dombor,2019). Cette ville connaît une dynamique spatio-démographique remarquable depuis ces quinze dernières années. Sa population était évaluée selon le RGPH2 de 2009 à 138 684 habitants dont 65.483 femmes et 73 201 hommes et est passée en 2014 à 166 757 habitants (78 738 femmes et 88 019 hommes), en 2015 à 172 746 habitants et en 2016 à 178 896 habitants (Commune d'Abéché, 2016). Cette rapide croissance démographique entraîne une consommation de l'espace au détriment de la périphérie urbaine. Cette évolution urbaine est caractérisée par une occupation anarchique de l'espace. La population de la ville d'Abéché est constituée de presque autant de femmes que d'hommes puisque 52,78% de l'ensemble de la population est de sexe féminin contre 47,21% de sexe masculin. Autrement dit, on y compte près de 106 femmes pour 100 hommes contre 94 Hommes pour 100 femmes. Ce rapport de féminité permet de mesurer l'importance des effectifs de femmes par rapport à ceux des hommes, varie sensiblement selon le quartier de résidence. Selon l'âge, l'examen de la répartition de la population selon les grands groupes d'âges se permet de constater que 48,6% des habitants de la ville ont moins de 15 ans, et 44,9% ont un âge compris entre 25 et 59 ans (la commune d'Abéché, 2020). Le taux de fécondité par femme est évalué selon le RGPH2 de 2009 à 8 enfants par femme, soit un niveau de fécondité relativement plus élevé que celui enregistré au niveau national qui est de 5,9 enfants par femme. Il est donc question de faire une analyse détaillée des éléments qui interviennent dans la vulnérabilité de la population à Abéché.

2.3.1.1 Démographie comme facteur accélérateur des inondations dans la ville d'abéché

La population de la ville d'abéché a connu une augmentation considérable. Elle est passée de 138 684 en 2009 (RGPH 2009) à 200000 en 2020 (mairie de la ville d'Abéché). Cet accroissement s'explique par l'arrivée des réfugiés du soudan et de l'exode rural. Les nouveaux arrivants s'installent dans des quartiers précaires, dans des zones urbaines dépourvues de service de base. La ville connaît une urbanisation anarchique, la population construit dans le passage d'eau, dans le lit de *ouadis* ce qui génère des inondations et accentue leur vulnérabilité. Cependant l'accroissement de la population constaté ces dernières décennies entraîne l'occupation anarchique des espaces et des zones non propices à l'habitation. C'est cette situation qui la rend vulnérable au risque d'inondation. Une telle augmentation avec une

capacité de gestion de risque très limitée, insuffisance des politiques d'aménagement urbain en raison des étalements urbains dans les zones à risques.

Tableau 27: Evolution de la population de la ville d'Abéché

Années	Nombre d'habitants
2009	138 684
2014	166 757
2015	172 746
2016	178 898
2022	200 000

Source : PCD d'Abéché, 2016.

La déstabilisation de Dar four (soudan) et de la Lybie a permis l'arrivée des réfugiés. Les nouveaux arrivant et avec le manque d'espace, occupent des zones à risque, construisent avec des matériaux non durables ce qui est responsable des inondations qui enregistrent la ville aujourd'hui.

Tableau 28: Evolution du nombre des réfugiés dans la ville d'Abéché de 2011 à 2019

Années	Effectifs	Pourcentage (%)
2011	82316	35,13
2014	46000	19,63
2016	30000	12,80
2019	78000	32,43

Source : Mahamat N., 2020.

Le tableau met en exergue l'évolution de nombre des réfugiés de 2011 à 2019 dans la ville d'Abéché. Le nombre des réfugiés a connu une diminution de 2014 à 2016 avant de connaître une évolution en 2019. Les réfugiés en provenance de soudan, dû à la crise de Darfour. Surtout avec la crise de Darfour aujourd'hui, le nombre de réfugié pourra augmenter, ce qui implique encore l'occupation des zones à risque d'inondation. En 2011, le nombre de réfugié était 82316, mais on assiste à une diminution en 2004 jusqu'en 2016 avec le retour de la stabilité au Darfour. Mais en 2019, on assiste à une augmentation rapide de nombre de réfugié. L'année 2019 était une année où il a plu abondamment. Les fortes précipitations couplées avec l'occupations des zones inondables sont les causes des inondations récentes.

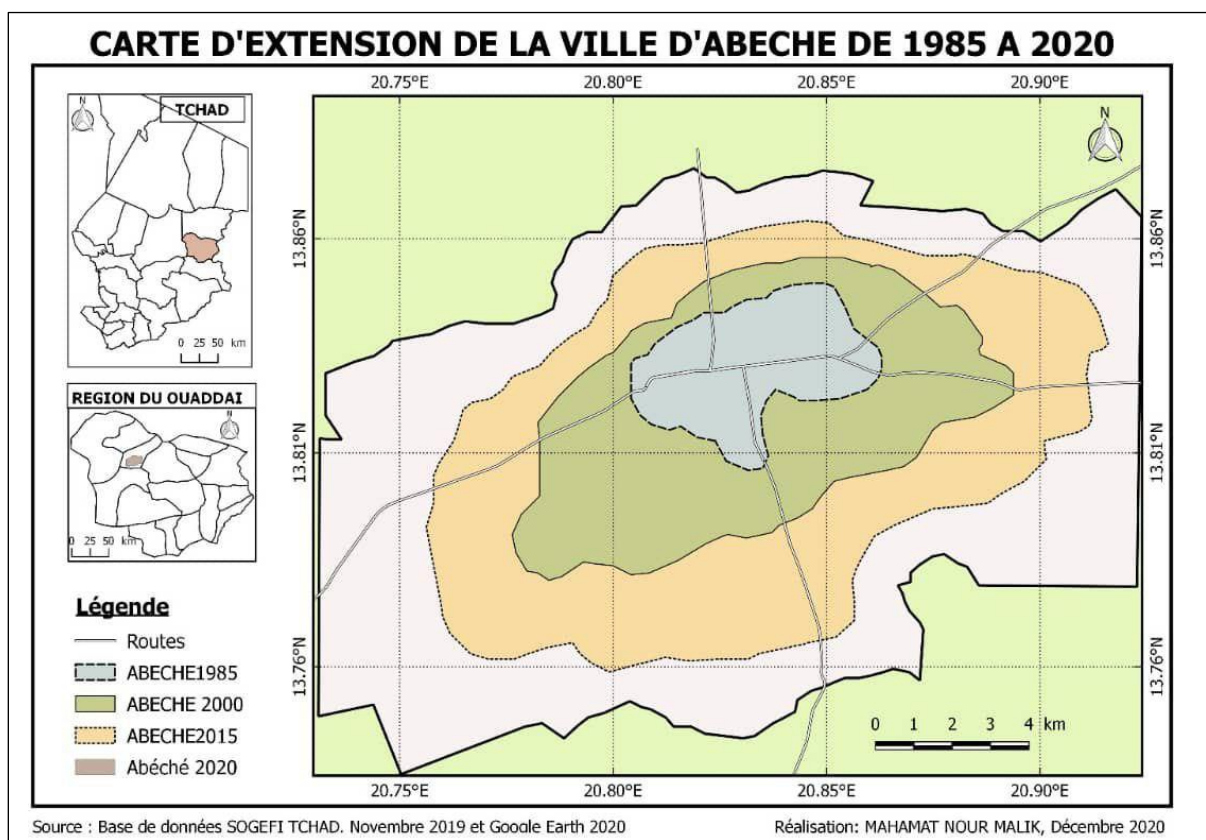


Figure 44: Carte d’extension de la ville d’Abéché de 1985 à 2020

Cette figure (43) montre l’extension de la ville d’Abéché de 1985 à 2020. En 1985, l’espace habité n’était pas considérable 252 ha ; ensuite on observe aussi une légère extension sur une superficie au-delà du périmètre urbain ; cette situation s’explique par le fait que la population de la ville pendant cette période (2000) n’était pas importante. Ainsi, c’est vers les années 2015 et 2020 que l’on aperçoit une croissance urbaine considérable avec une superficie excédant les 3000 ha (Mahamat N. 2020).

Tableau 29: Dynamique spatiale de la ville d’Abéché de 1850 jusqu’à nos jours

Année	Superficie en hectare (ha)
1850	252
1998	1700
2020	3768
2020	3768

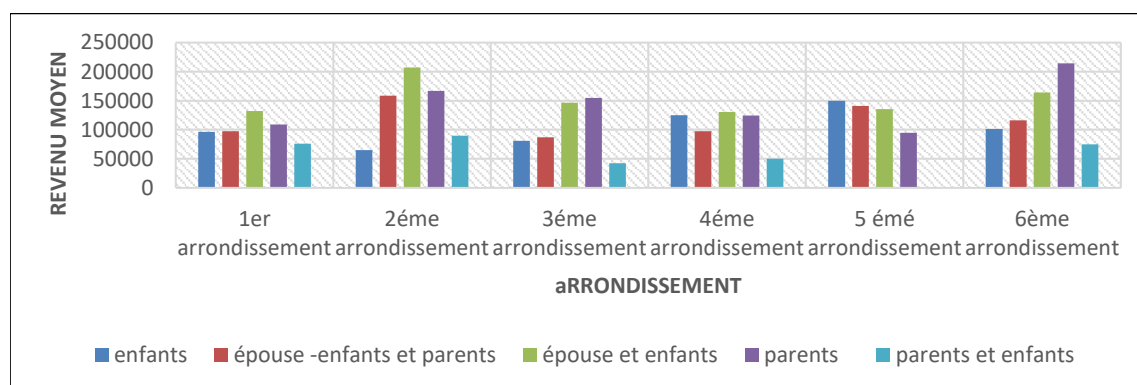
Source : Direction de l’Urbanisme et de l’Habitat d’Abéché, octobre 2020

Jours (2020). En observant ce tableau nous constatons que la superficie de la ville d’Abéché en 1850 est 14 fois inférieure que celle des années 2020. Elle est passée respectivement de 250 hectares à 1700 hectares avant d’atteindre 3768 hectares. Ce qui n’est

pas du tout négligeable sachant que nous sommes dans une ville où l'urbanisation est très récente (Mahamat N. 2020).

2.3.1.2 Le nombre des personnes à charge et faiblesse de revenu comme facteur de vulnérabilité

Le nombre des personnes à charge est un facteur qui augmente la vulnérabilité des ménages ayant un revenu très faible. C'est un indicateur de la capacité d'adaptation des personnes en cas des inondations. Pour tous les ménages enquêtés, le revenu moyen se situe entre 100 000 FCFA. Le revenu le plus bas est **50 000 FCFA** et le plus élevé est **207 142,857 FCFA**.



Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Figure 45: Nombre des personnes à charge

Ce graphique (44) nous montre la charge des personnes enquêtées en rapport avec leur niveau de revenu. En effet, sur 210 personnes enquêtées 14,83 % ont à leur charge leurs enfants ; 27,27 % ont à leur charge leurs époux/épouses, leurs parents ainsi que leurs enfants ; ce qui induit une grande responsabilité avec un maigre revenu. Ainsi, 36,84% des personnes enquêtées ont à leur charge leurs époux/épouses et leurs enfants ; 14,83 % prennent en charge seulement leurs parents et 6,22 % prennent en charge parents et enfants. Plus de 95% des personnes enquêtées sont pauvres, habitent dans des zones à risque, et ces grandes responsabilités ne font qu'accentuer leur vulnérabilité sociale, économique et aux phénomènes climatiques extrême. Certaines personnes leur revenu ne leur permet pas d'inscrire leurs enfants à l'école, elles ne peuvent pas construire des maisons avec des matériaux durables, elles n'arrivent pas à se soigner lors d'une maladie, donc leur capacité d'adaptation est très faible ce qui amplifie le choc pendant les inondations. L'accessibilité d'un terrain à bâtir à Abéché reste difficile et nécessite des moyens dont la population n'en dispose pas. C'est pourquoi on observe une occupation des zones inondables par la population à cause de la pauvreté. La ville d'Abéché est dominée par des activités commerciales de différentes natures mais peu rentables. Certaines personnes se lancent dans ces activités avec des budgets limités.

Tableau 30: Grille de vulnérabilité en fonction de personnes à charge

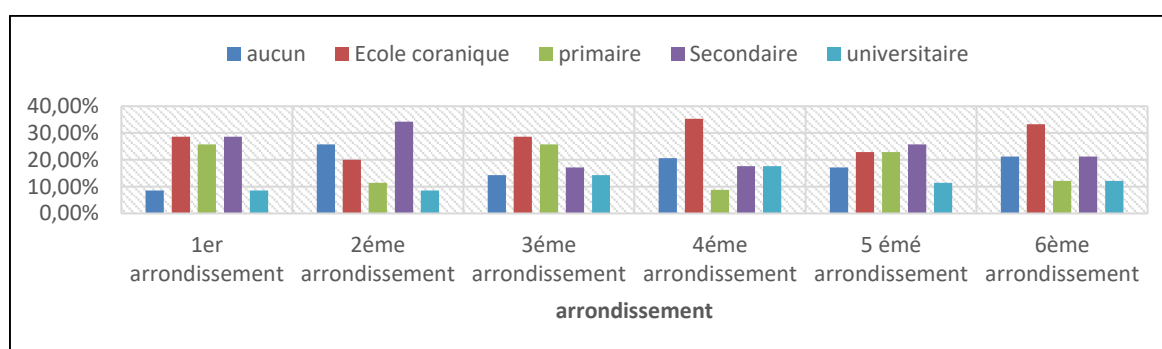
Personne à charge	Vulnérabilité (%)			Total général
	Faible	Moyenne	Forte	
Enfants	25,81	12,90	61,29	100
Épouse -enfants et parents	12,50	39,29	48,21	100
Épouse et enfants	11,84	28,95	59,21	100
parents	48,39	45,16	6,45	100
Parents et enfants	23,08	15,38	61,54	100

Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

L'analyse de ce tableau (29) montre la vulnérabilité des personnes enquêtées selon les personnes qui sont à leur charges. C'est un indicateur de capacité d'adaptations. Il ressort que 61,29% des personnes à Abéché qui ont à leur charge des enfants sont très vulnérables, 12,90% sont vulnérables. 48,39% à leur charge des parents sont moins vulnérable pourtant 45,16% sont vulnérable.

2.3.1.3 Niveau d'instruction des ménages

Le niveau d'instruction est un capital très important et une ressource qui permet d'améliorer le niveau de vie ainsi que l'accessibilité de la population aux informations. L'analyse de niveau d'instruction montre que 17,87 % des personnes enquêtées sont analphabètes avec aucun niveau d'étude, 28,02 % ont fait l'école coranique, 17,17 % ont fait l'école primaire, 24,11% ont fait le secondaire et 12,08% ont fait l'université. L'analphabétisme limite l'évolution des niveaux de vie de la population, donc un facteur de vulnérabilité par excellence.



Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Figure 46: Niveau d'instruction des ménages

Le manque d'accès à l'éducation augmente la vulnérabilité des ménages. Elle limite leur accessibilité à l'information et aux médias ; donc limite leur capacité d'adaptation. 56,76% des personnes vulnérables n'ont fait aucune étude, 32,43% sont vulnérable. Les enquêtes ont montré que 58,62% des personnes qui ont fait les écoles coraniques sont très vulnérables puisqu'elle limite leur accessibilité aux informations. On observe que les personnes qui ont un niveau universitaire sont moins vulnérable. La vulnérabilité des ménages aux inondations à

Abéché et en relation avec le niveau d’instruction. Il est à souligner aussi que dans notre zone d’étude, les personnes qui sont avancées dans les études leur situation financière est bonne, ce qui leur permet de développer une capacité d’adaptation élevée pour faire face aux inondations.

Tableau 31: Grille de vulnérabilité en fonction de niveau d’instruction

Niveau d’instruction	Vulnérabilité (%)			
	Faible	Moyenne	Forte	Total général
Aucun	10,81	32,43	56,76	100
Ecole coranique	18,97	22,41	58,62	100
Primaire	2,70	45,95	51,35	100
Secondaire	16,00	48	36,00	100
Universitaire	64,00	32	4,00	100

Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

2.3.1.4 Sexe des ménages

Tableau 32: Sexe des ménages

Nombre de SEXE	Sexe		Total général
	Féminin	Masculin	
1er arrondissement	23	12	35
2ème arrondissement	15	20	35
3ème arrondissement	14	21	35
4ème arrondissement	16	18	34
5ème arrondissement	17	18	35
6ème arrondissement	14	21	35
Total général	99	110	209

Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Sur 210 personnes enquêtées, 52,63% sont de sexe masculin et 47,37% sont de sexe féminin. L’analyse par arrondissement de ce tableau a montré que dans le 3ème arrondissement, les femmes sont plus que les hommes sur (23/35). Les ménages dirigés par des femmes sont plus vulnérables que ceux dirigés par les hommes.

2.3.1.5 Vulnérabilité liée à une couverture sanitaire précaire

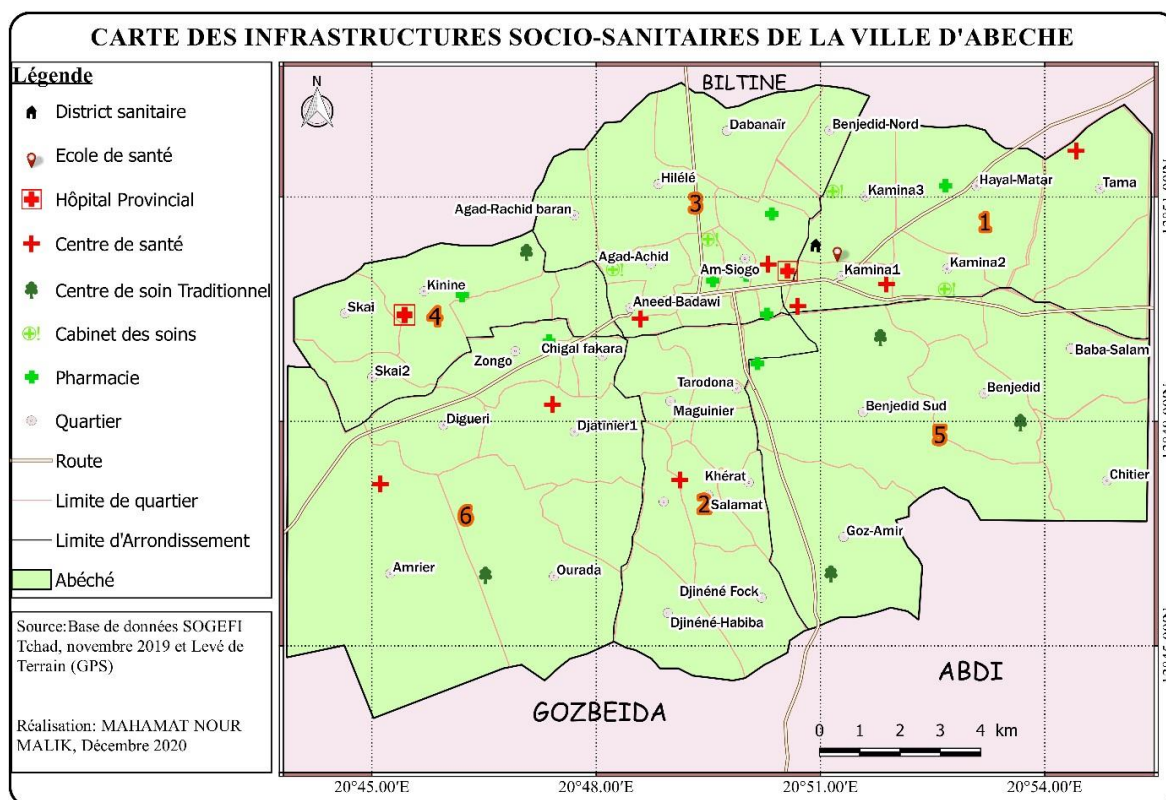
La vulnérabilité de la population est aggravée par la précarité des systèmes sanitaires dans la ville d’Abéché. L’accès aux soins, le traitement des maladies hydriques et la répartition des centres de santé sont très inégale. Les maladies telles que : paludisme, la fièvre typhoïde, la diarrhée, le choléra sont des maladies qui menacent en grande partie la santé de la population. En plus certains arrondissements ne disposent pas d’un seul centre de santé, c’est le cas du quatrième et cinquième arrondissement. Les inondations génèrent des maladies qui menacent la santé de la population mais avec un système de santé si fragile, la vulnérabilité de la population ne fait qu’augmenter. En plus l’accessibilité à ces centres de santé est amplifiée par le manque des infrastructures surtout les ponts de franchissements des *oudis*. La population est obligée de se lancer dans l’automédication ou faire recours aux centres de santé traditionnels, ce qui pourra amplifier l’état de santé de certaines personnes.

Tableau 33: Répartition des centres de santé par arrondissement dans la ville d'Abéché

Arrondissement	Centre de santé	Taux en pourcentage
1	3	37,5
2	2	25
3	1	12,5
4	0	00.00
5	0	00.00
6	2	25
Total	8	100

Source : District sanitaire de la ville d'Abéché et Mahamat N., 2020.

Ce tableau (32) nous montre la répartition des centres de santé selon les arrondissements. On constate que dans le six (6) arrondissements, on trouve que 08 centres de santé, qui sont inégalement répartis. Dans le 1^{er} arrondissement nous avons 3 centres de santé, 2 dans le 2eme Sur la carte ci-dessous La forte vulnérabilité s'observe au niveau du 5eme arrondissement puisqu'il n'existe aucun centre de santé mais plutôt des centres de soins traditionnels qui sont très limités dans le traitement de certaines maladies qui nécessitent des soins intenses. Il ressort de ce graphique que la ville possède des infrastructures sanitaires de différentes qualités, réparties inégalement dans l'espace. Nous constatons 9 centres de santé : 1 hôpital provincial, 5 centres de soin traditionnel, 4 cabinets de soin, 7 pharmacies et 1 district sanitaire. On observe une absence de centre de santé dans le 5eme et 4eme arrondissement, mais il y a une concentration au niveau de 3eme arrondissement ce qui cause une difficulté à l'accès de soins pendant les inondations dans la ville d'Abéché.

**Figure 47:** Répartition spatiale des infrastructures sanitaires de la ville d'Abéché

La figure met en exergue la distribution spatiale des infrastructures de soins de santé dans la ville d'Abéché. Il ressort de cette figure que celle-ci est de nature hétérogène et inégalement répartie entre les aires urbaines de la ville. Ainsi, les 1^{er} et 3^{eme} Arrondissements sont les aires urbaines où les infrastructures sanitaires sont plus concentrées. Cette concentration montre que les autres Arrondissements souffrent d'une insuffisance des infrastructures sanitaires. Les personnes situées aux périphéries de la ville sont le plus exposées.

Tableau 34: : Ratio entre habitants et agents de santé de la ville d'Abéché

Profil des Agents	Effectif	Population	Ratio
Médecin	07	178 898	25 556
Infirmier diplômé d'Etat	21	178 898	8 518
Sage-femme	10	94 427	9 442
Technicien supérieur de labo	16	178 898	11 181
Techniciens anesthésiste	03	178 898	59 632
Technicien supérieur de pharmacie	09	178 898	19 877

Source : Direction de la délégation provinciale, complété par Mahamat N., 2020.

L'analyse de ce tableau permet de comprendre que le ratio entre habitants et agents de santé dans la ville d'Abéché est très élevé et se présente de la manière suivante : 1 médecin pour 25 556 habitants, 1 infirmier pour 8 518 habitants, une (1) sage-femme pour 9 442 femmes, 1 TSL pour 11 181 habitants, TA pour 59 632 habitants et TSP pour 19 877 habitants. En fait, il ressort de ce tableau que le ratio entre agents de santé et habitants ne suit pas la logique de l'OMS. Par ricochet au tableau, 1 médecin à Abéché est à 25556 habitants. Tan disque la norme de l'OMS est : 1 médecin pour 5000 habitants 1 infirmier pour 8 518 habitants,

Tableau 35: Cout de consultation par structure sanitaire

Service	Structures sanitaires	Coût en FCFA
Consultation	Hôpital Provincial	2000 à 2500
	Centre de santé	500 à 1000
	Cabinet des soins	3000 à 5000
	Pharmacie	00

Source : Mahamat N., 2020.

Le tableau met en lumière les coûts de consultation par structure sanitaire dans la ville d'Abéché. Il ressort de ce tableau que les cabinets des soins détiennent le record des coûts le plus élevé dans la ville d'Abéché. Cette différence s'explique par le fait que les cabinets

2.3.2 Evaluation de la vulnérabilité sociale

L'évaluation de la vulnérabilité sociale aux inondations consiste à évaluer l'exposition, la sensibilité et la capacité d'adaptation des personnes à surmonter les chocs. A abéché plusieurs facteurs physiques et humains montrent que les personnes sont affectées de façon différente. Les arrondissements le plus vulnérables sont ceux qui cumulent le grand nombre des ménages vulnérables.

Vulnérabilité = Exposition - Capacité d'adaptation Kha et *al.*, (2011) cité par : Romaric, (2021).

Tableau 36: Matrice de vulnérabilité sociale

Arrondissement	Exposition	Capacité d'adaptation	Nombre de ménages vulnérable	Indice de vulnérabilité	Degré de vulnérabilité
1er	35	15	20	1	Forte
2ème	35	20	15	3	Faible
3ème	35	3	32	1	Forte
4ème	35	6	29	1	Forte
5ème	35	25	10	3	Faible
6ème	35	17	18	2	Moyenne
Total général	210	86	124/210	1	Forte

Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

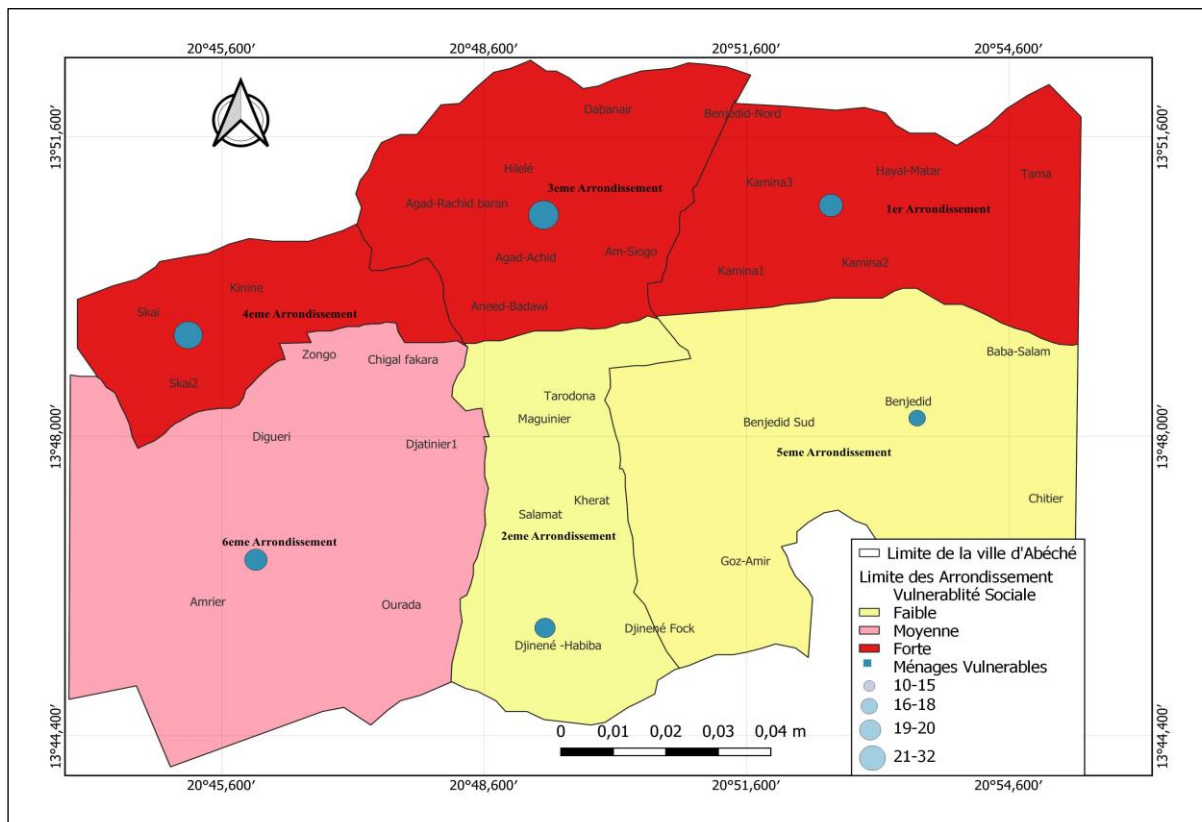


Figure 48: Carte de vulnérabilité sociale

Sources : OSM (2021) et enquêtes de terrain (2022)
Scr : datun-wgs84 explorer

Cette matrice de vulnérabilité (tableau 35) a été conçue par la combinaison de plusieurs facteurs tels que : la démographie, le nombre des personnes à charge, le niveau d'instruction, le niveau de revenu et le sexe de ménage. Ce qui a permis de constater que la vulnérabilité est forte dans le premier, le troisième et le quatrième arrondissement et cela est due à un nombre de personnes à charge plus élevé avec un niveau de revenu limité et un niveau d'instruction très bas. Tout ceci explique que ces arrondissements sont plus vulnérables que le sixième arrondissement qui a une vulnérabilité moyenne. La vulnérabilité est faible dans le cinquième et deuxième arrondissement (faible).

2.4 ANALYSES DES FACTEURS ECONOMIQUES DE LA VULNERABILITE AUX INONDATIONS DANS LA VILLE D'ABECHE.

Les inondations ont un impact sur les activités situées dans les zones inondables à travers la destruction de leurs installations et de l'interruption de leurs activités. Les activités le plus vulnérables sont celles qui sont situées près de *ouadis* et dans le lit des *ouadis*.

2.4.1 Vulnérabilité liée à la localisation des activités économiques dans les lits des *ouadis*

Dans la ville d'abéché presque tous les marchés se trouvent dans les lits des *ouadis* (marché central, marché de Ridjil, marché harazay, marché djabarona). Les commerçants de ces marchés subissent des pertes non considérables (emportement des marchandises, arrêt de fonctionnement, destruction des hangars et des boutiques...). Les inondations ont touché les activités de 82,21% des personnes enquêtées pourtant 17,79% des personnes enquêtés, leurs activités n'ont pas été touchées compte tenu de leur localisation et leurs systèmes d'adaptations élevés.

Tableau 37: Perception sur la vulnérabilité des activités économiques à Abéché

Arrondissement	Non (%)	Oui (%)	Total (%)
1er arrondissement	25,71	74,29	100,00
2ème arrondissement	8,57	91,43	100,00
3ème arrondissement	14,29	85,71	100,00
4ème arrondissement	29,41	70,59	100,00
5ème arrondissement	17,14	82,86	100,00
6ème arrondissement	11,76	88,24	100,00
Total général	17,79	82,21	100,00

Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Ce graphique nous donne un aperçu sur la vulnérabilité des activités dans la ville d'Abéché. 82,21% des personnes enquêtées ont confirmé que les inondations ont touché leur activité, 17,79% ont indiqué le contraire. Les inondations ont détruit les hangars, emporter des marchandises, empêchant le transport. Les activités implantées dans le lit des *ouadis* sont le plus vulnérables, car les *ouadis* sont alimentés par des sources externes ce qui augmente encore la vulnérabilité des commerçants. Il est aussi à souligner que le *ouadis* Amsoudourié crée des dégâts chaque année puisqu'il segmente le marché central. Ce graphique nous permet de constater que les activités économiques sont très vulnérables et cette vulnérabilité s'explique

par leur localisation. On observe une vulnérabilité très élevée dans le 2eme arrondissement avec 91,43%.

Tableau 38: Grille de vulnérabilité en fonction d'atteinte aux activités

Les inondations ont affecté votre activité	Vulnérabilité (%)			
	Faible	Moyenne	Forte	Total général
Non	56,76	27,3	16,22	100,00
Oui	11,18	34,12	54,71	100,00

Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Il ressort de ce tableau (37) que les inondations ont affecté 54,71% des ménages à Abéché et ont une vulnérabilité très élevée : 34,12% sont vulnérables et seulement 11,18% sont non vulnérables. En effet, ceux-ci s'expliquent par leur capacité d'adaptation élevée : 16,22% des très vulnérables leurs activités n'ont pas été inondées mais, cette vulnérabilité élevée est due aux difficultés d'accessibilité à des routes et aux marchés. Mais 56,76% sont non vulnérables car leurs activités n'ont pas été touchées par les inondations. La vulnérabilité élevée s'explique par la localisation des activités dans les lits et berges des *ouadis* et aussi par l'absence et l'état des canaux d'évacuation des eaux pluviales.

L'aménagement hasardeux des *ouadis* par la population à des conséquences énormes : production des déchets, modification des écoulements et ensablement des *ouadis*. Dans la ville d'Abéché, on observe des marchés implantés dans les lits des *ouadis*, la population pratique des petites activités telles que : brulure des pneus, fabrication des briques, et il faut signaler que les déchets sont directement abandonnés dans le lit des *ouadis*, ces déchets s'accumulent et engendrent des obstacles aux écoulements pendant la saison pluvieuse. Avec toutes ces perturbations, la circulation des eaux devient difficile et l'eau se verse vers les quartiers environnants et causes des dégâts énormes.



Source : la mairie de la ville d'Abéché

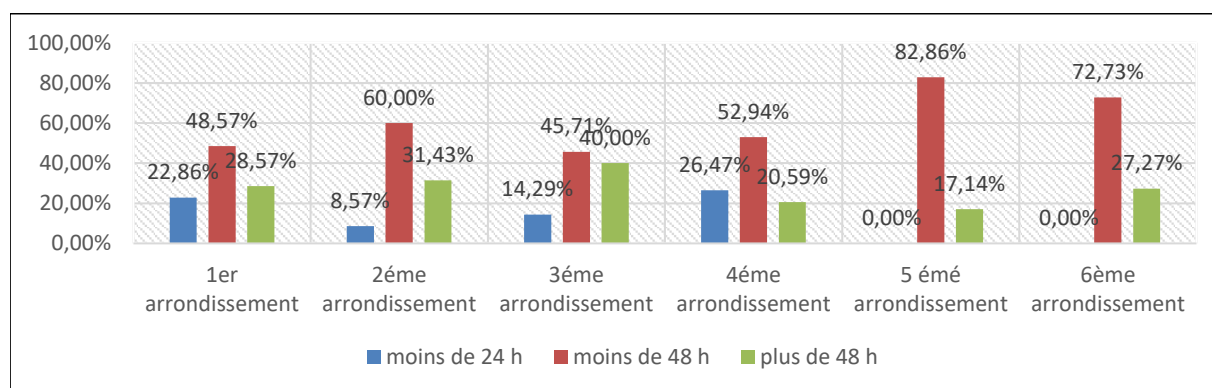
Photo 1 : Cours d'eau d'Amsoudourie obstrué par les déchets

Cette photo (1) met en exergue les conséquences des aménagements hasardeux des *ouadis*. La population pratique des activités économiques dans le lit majeur de *ouadis*. Elle construit des hangars, des boutiques, brûle les pneus, ce qui génèrent des déchets solides divers et qui jouent le rôle des obstacles pour la circulation des eaux pendant la saison pluvieuse ce qui est en grande partie responsable des causes de débordement des *ouadis* causant ainsi des inondations.

La suppression du couvert végétal ou sa dégradation impact sur la perméabilité du sol ce qui peut aussi engendrer des inondations et c'est le cas du 3eme arrondissement dans les quartiers Dabanair, Alriad, Motobona ; les activités humaines ont remplacé l'habitat naturel. Ces quartiers étaient avant des sites agricoles, drainés par un *ouadis* qui se trouve aujourd'hui obstrué par le déchet et des constructions d'où la survenance des inondations répétées et dévastatrices.

2.4.2 Le temps de retour aux activités après les inondations : un facteur de vulnérabilité

Le temps de retour aux activités après des inondations varie selon de nombreux facteurs tels que : l'ampleur des dégâts, la situation géographique, les ressources disponibles et les efforts des préparations avant les inondations. Sur ce 12,08% des personnes enquêtées ont indiqué un temps de retour de moins de 24 heures et cela s'explique par leur localisation en dehors de lit des *ouadis* ce qui diminue leur vulnérabilité. 60,39% ont indiqué que leur temps de retour aux activités est de plus de 24 heures mais moins de 48 heures ; c'est une vulnérabilité qui s'exprime par la localisation ainsi qu'un système d'adaptation un peu faible. En fin 27,54% des personnes enquêtées ont indiqué un temps de retour aux activités qui est plus 48 heures, donc une vulnérabilité très élevée compte tenu de leur localisation dans le lit des *ouadis*



Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Figure 49: Perception sur les temps de retour aux activités

Ce graphique (48) nous renseigne sur le temps de retour aux activités. Sur les personnes enquêtées 60,39% ont affirmé que le temps de retour aux activités est moins de 48 heures, 27,54% ont indiqué que pour eux le temps de retours était plus de 48 heures et 12,08% personnes ont indiqué que dès que la pluie s'arrête le lieu est fonctionnel. La mairie intervient pour évacuer les eaux. Ce qui réduit aussi le temps de retour et les commerçants aussi à leur niveau creusent des réseaux de drainages pour évacuer les eaux.

Tableau 39: Grille de vulnérabilité en fonction du temps de retour aux activités des personnes interrogées

Temps de retour aux activités	Vulnérabilité (%)			
	Faible	Moyenne	Forte	Total général
Moins de 48 h	8,80	36,80	54,40	100,00
Plus de 48 h	17,54	24,56	57,89	100,00
Moins de 24h	32,00	52,00	16,00	100,00
Synthèse				

Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Le temps de retour aux activités dépend de capacité d'adaptation que dispose les individus et l'existence ou absence des canaux de drainage. A Abéché les activités sont implantés dans les lits de *ouadis*. La ville ne dispose pas des infrastructures routières adéquates ce qui est en train d'amplifier le fonctionnement des marchés. 54,40% des individus très vulnérables et 36,80% vulnérables ont un temps de retour qui est moins de 48 heures. 57,89% des individus très vulnérables et 24,56% des individus vulnérables ont un temps de retours plus de 48 heures. Il est a signalé aussi que 32,00% des individus sont non vulnérables et 52% sont vulnérables pourtant leur temps de retour aux activités est moins de 24 heures. Cette vulnérable est due aux implantations des activités mais aussi aux types de matériaux des constructions utilisées qui est le hangar. Les hangars sont facilement remportés par l'eau ce qui explique que, à Abéché, le temps de retour ne dépend pas seulement de la durée de submersion mais aussi de capacité d'adaptation des ménages.

2.4.3 Evaluation de la vulnérabilité économique

La vulnérabilité économique se réfère à la situation où une personne ou un pays est exposé à des risques économiques important. La vulnérabilité économique aux inondations à Abéché dépend de plusieurs facteurs tels que la localisation des activités économiques dans les lits des *ouadis*, l'atteint aux activités et le temps de retour aux activités expliquent la vulnérabilité économique de la population à Abéché.

Tableau 40: Matrice de vulnérabilité économique

Arrondissement	Exposition	Capacité d'adaptation	Nombre de ménages vulnérable	Indice de vulnérabilité	Degré de vulnérabilité
1er	35	8	27	1	Forte
2ème	35	5	30	1	Forte
3ème	35	4	31	1	Forte
4ème	35	15	22	1	Forte
5ème	35	22	13	3	Faible
6ème	35	16	17	2	Moyenne
Total général	210	70	140/210	1	Forte

Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

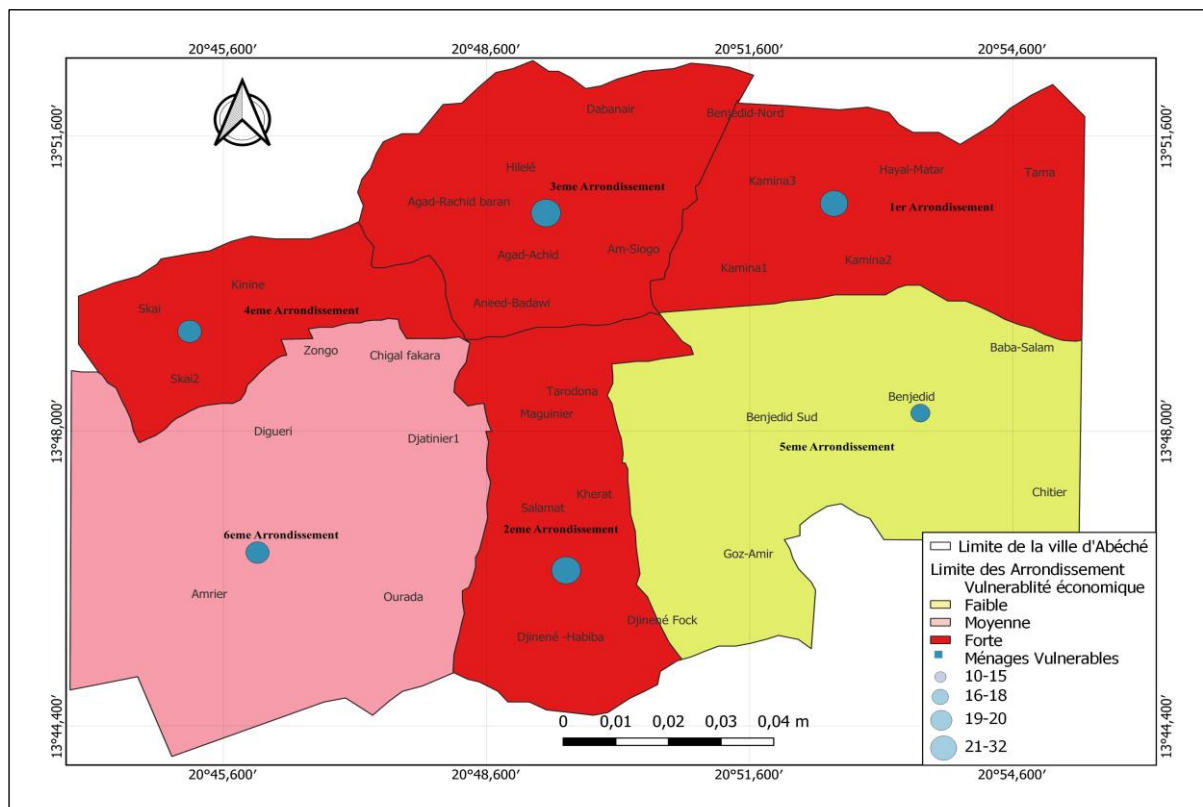


Figure 50: Carte de la vulnérabilité

Sources : OSM (2021) et enquêtes de terrain (2022)
Scr : datun-wgs84 explorer

Le matrice de vulnérabilité ci-dessus a été conçue sur la base des facteurs tels que : la localisation des activités dans les zones inondables, l'atteinte aux activités et le temps de retour aux activités. On observe une vulnérabilité forte dans le 1^{er}, le 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} arrondissement et cela s'explique par leur proximité avec le *ouadis* ainsi que leur localisation dans les lits majeurs des *ouadis*. Cette vulnérabilité s'explique aussi par le fait que les *ouadis* sont alimentées par des sources externes et sans même que la ville enregistre des précipitations, les *ouadis* apportent des eaux. Ce qui peut entraîner des dégâts économiques énormes. Dans Le 6^{ème} arrondissement la vulnérabilité est moyenne compte tenu de leur capacité d'adaptation qui est élevée. On observe une très faible vulnérabilité dans le 5^{ème} arrondissement. Le 3^{ème} arrondissement reste le plus vulnérable que les autres.

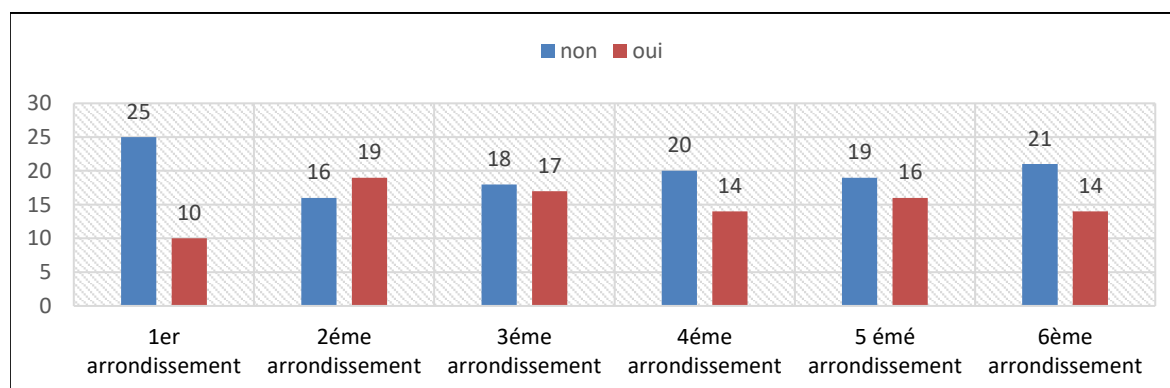
2.5 ANALYSE DES FACTEURS INFRASTRUCTURELLES DE LA VULNERABILITE AUX INONDATIONS DANS LA VILLE D'ABECHE.

L'analyse de la vulnérabilité infrastructurelle s'avère importante pour comprendre les difficultés que les ménages rencontrent pendant les inondations en termes de déplacement ; des moyens de communications ; par rapport au type de bâtis, par rapport aux états des canaux de drainages des eaux, ainsi que des dépotoirs. La défaillance des réseaux urbains peut contribuer fortement à aggraver les dommages d'inondation et ses conséquences peuvent être considérables (Gaber, 2005). L'interruption des communications compliquant l'intervention des secours, arrêt d'activités économiques, interruption de la distribution d'eau potable, de

gaz, etc. Ainsi, la vulnérabilité des personnes, biens et activités aux inondations, peut être aggravée par la vulnérabilité de l'état des réseaux des communications et distribution.

2.5.1 Etats des routes pendant les inondations comme facteurs de vulnérabilité

La population abéchoise souffre pendant la saison pluvieuse. Alors sur 209 personnes enquêtées, 119 affirment l'absence des routes praticables dans leurs quartiers contre 90 qui affirment le contraire. La ville d'Abéché est segmentée par des *ouadis*, coupant physiquement la ville en deux pendant la saison pluvieuse, limitant l'accessible de la population aux marchés, aux centres de santé, et aux écoles. Les *ouadis* (*Amkamil* et *Amsoudourié*) traçant une importante séparation physique entre les quartiers périphériques et les quartiers centraux où se concentrent presque toutes les structures sanitaires. Cette rupture urbaine matérialise la véritable « barrière centre-périphérie » qui existe entre les populations des deux espaces, qui présentent des réalités sociales extrêmement différentes. Alors que les habitants de la périphérie sont plus confrontés à des problèmes de santé et de revenus moindres constituant un obstacle pour ces derniers, les habitants de centre-ville sont globalement plus favorisés, aussi bien en termes d'accessibilité que de proximité des services de santé (Nour,2020). Les enquêtes de terrain ont prouvé que la population souffre du manque du pont pendant les inondations. Certains commerçants vivant en périphérie, n'arrivent plus à joindre leur maison et sont obligés d'attendre des heures pour que l'eau diminue afin qu'ils traversent, d'autres dorment sur place chez un membre de la famille.



Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Figure 51: Existence des routes praticables

Le graphique montre la réponse des ménages de l'existence d'une route praticable dans leur quartier pendant les inondations. Il s'avère que 56,94% des personnes enquêtées sont vulnérables contre 43,06% non vulnérables. Les inondations sont susceptibles de causer des dommages corporelles et l'absence des routes praticables met en difficulté l'accès des ménages à un centre de santé ce qui amplifie leur situation. Certains ménages n'arrivent pas à retourner à la maison et sont contrariés d'attendre la diminution des eaux. Les inondations dans la ville d'Abéché sont amplifiées par le manque des routes goudronnées, étant donné qu'il existe des rigoles qui segmentent les quartiers et empêchent le déplacement des personnes pendant la saison pluvieuse.



Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Photo 2: Barrière créée par le *Ouadi* Amkamil séparant deux côtés de la ville à Abéché

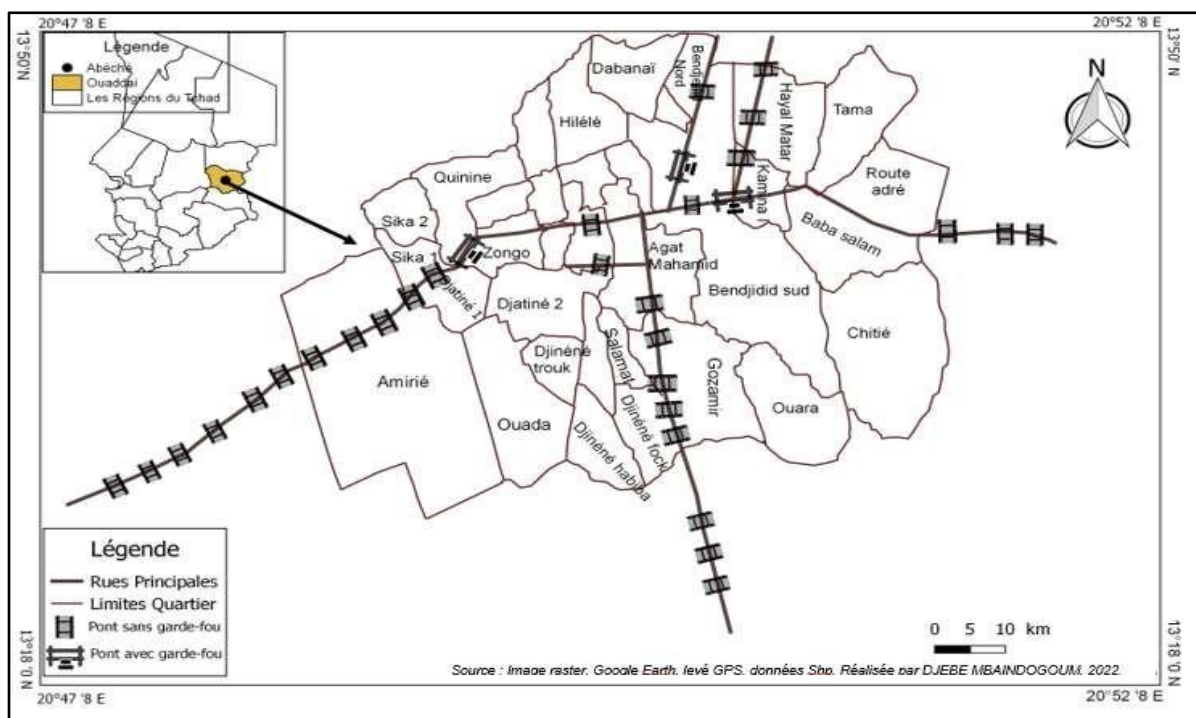
Tableau 41: Grille de vulnérabilité en fonction routes praticables

Existe-t-il une route praticable dans votre quartier ?	Vulnérabilité (%)			
	Faible	Moyenne	Forte	Total général
non	10,92	32,77	56,30	100
oui	53,41	32,95	13,64	100

Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

56,30% des personnes enquêtés sont très vulnérables parce qu'il n'existe pas des routes praticables dans leurs quartiers et 32,77% sont vulnérables. On constate que 32,95% des personnes même avec l'existence des routes praticables dans leurs quartiers sont vulnérables, cela s'explique par l'âge et l'accessibilité.

La photo nous montre l'état de *ouadis* Amkamil pendant la saison pluvieuse. Les eaux ont englouti le petit pont servant au déplacement de la population. L'absence des ponts reliant les quartiers centraux avec les périphéries cause un problème et accentue la vulnérabilité de la population pendant la saison pluvieuse. Certaines personnes qui travaillent dans le centre-ville et qui habitent aux périphéries sont contraintes de rentrer et sont obligées de dormir de l'autre côté ou attendre que les eaux passent. Certains commerçants sont obligés de fermer les boutiques quand le ciel est nuageux afin de pouvoir rentrer à la maison. Plus grave encore, le manque des ponts de franchissement empêche les élevés d'accéder aux écoles. Il est à signaler aussi que, ces *ouadis* segmentent presque toute la ville et à l'intérieur des quartiers périphériques ont trouvé des rigoles qui compliquent la circulation.



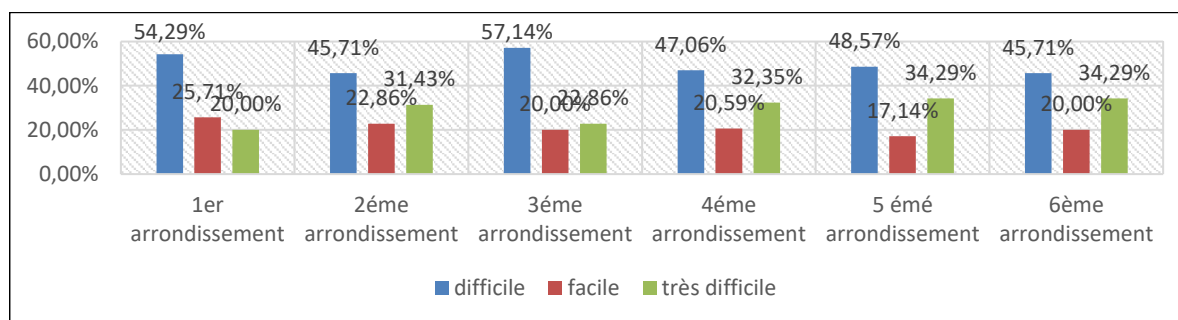
Source : DJEBE M., juin 2022.

Figure 52: Répartition du réseau routier d'Abéché et des ouvrages de franchissement

2.5.2 Difficulté d'accès aux routes praticables comme facteur de vulnérabilité

La ville d'Abéché souffre des précarités des routes praticables pendant la saison pluvieuse. 56,94% des ménages enquêtés ont indiqué un accès très difficile aux routes praticables pendant les inondations dans leur quartier. La stagnation des eaux leur empêche d'accéder aux marchés, aux centres de santé, aux écoles, ainsi qu'aux autres quartiers, ce qui augmente leur vulnérabilité économique et sociale. 43,06% des ménages enquêtés affirment un accès difficile aux routes praticables dans leurs quartiers. Ont indiqué qu'une facilité d'accès aux routes compte tenu de leur éloignement des sources de risque. Le *ouadi Amkamil*, sépare les quartiers tels que Djatinié, Amrié, salamat, djinené fok, Babal-rahma, Diguéri, Amar, ouara, farik alchitié, tous les habitants de ces quartiers souffrent énormément de problème de déplacement pendant la saison pluvieuse par le manque des ponts. On observe à l'intérieur des quartiers des petits ravins qui perturbent aussi la circulation inter-quartier. Les quartiers tels que Dabanir, hilelé, Amsoudourié, Al-riyad, sont sous l'influence de *ouadi amsoudourié* qui impact négativement leur déplacement.

La population abéchoise souffre pendant la saison pluvieuse, car il y a absence des routes praticables. Cette figure nous montre l'accès aux routes des personnes enquêtées dans la ville d'Abéché. Dans tous les arrondissements, on observe que l'accès est difficile compte tenu de l'absence des voies de communications adéquates. La ville d'Abéché est segmentée par des *ouadis*, pendant la saison pluvieuse la circulation des personnes et des biens devient difficile par manque des ponts reliant les quartiers, les arrondissements, les marchés ainsi que les centres de santé. Il y a une vulnérabilité très élevée liée à la précarité des infrastructures routières et de transports.



Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Figure 53: Difficulté d'accessibilité aux routes praticables

Tableau 42: Perception sur l'accessibilité aux routes par les personnes enquêtées

Accessibilité aux routes	Vulnérabilité (%)			Total général
	Faible	Moyenne	Forte	
difficile	30,10	59,22	10,68	100
facile	48,84	37,21	13,95	100
très difficile	13,11	34,43	52,46	100

Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Les difficultés d'accessibilité à une route praticable impact sur la mobilité des ménages, limite les secours et augmente leur vulnérabilité. 59,22% sont vulnérables parce que leur accessibilité aux routes est très difficile pendant les inondations, 34,43% leur accessibilité est difficile compte tenu de leur localisation dans les lits des *ouadis* et l'absence des ponts qui facilitent le déplacement. Le constat fait est que 37,21% sont vulnérables pourtant leur accessibilité est facile, cela est dû aux moyens de déplacement des ménages ainsi que leur âge qui sont des facteurs qui expliquent cette vulnérabilité. Les personnes enquêtées sont de 40 ans et plus ce qui implique aussi une certaine vulnérabilité liée à l'âge. La ville d'Abéché s'est développée autour des deux *ouadis* dévastatrices pendant la saison pluvieuse.



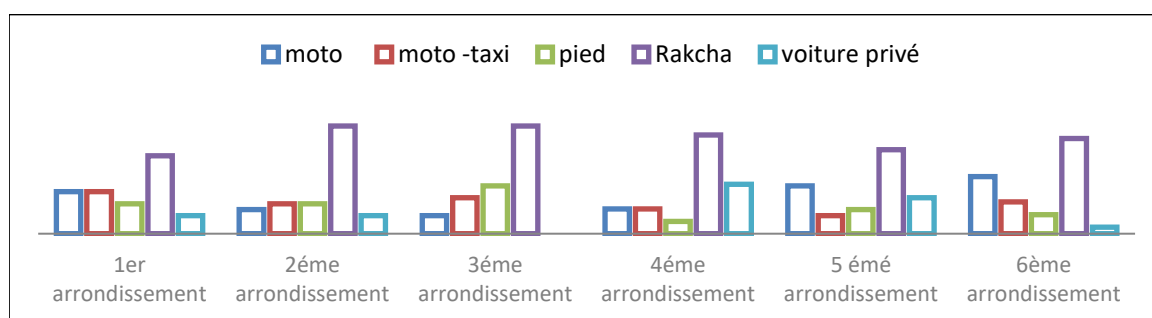
$X=20^{\circ} 49' 12''$ $Y=13^{\circ} 49' 41''$ Source : Mahamat N., 2020.

Planche 1: Barrière physique coupant la ville en deux (2) parties pendant la saison pluvieuse

La présente planche est une prise de vue au sol. Elle est constituée de trois photos ; cette planche nous montre un ouadis constituant une barrière physique coupant la ville d'Abéché en deux parties pendant la saison pluvieuse. Sur la première photo, nous observons des personnes et des moyens de transports bloqués par le ouadis, sur la deuxième en avant plan, nous observons aussi des personnes observant la scène, en arrière-plan, nous observons des arbres et des personnes en attente de l'écoulement du ouadis. En fin sur la troisième photo, nous observons deux Rakcha bloqués par les eaux (Mahamat N., 2020).

2.5.3. Les types de moyens de transport comme facteurs de vulnérabilité

La ville d'abéché se singularise par les moyens de déplacements tels que : les *clandomens* et les engins à trois roues communément appelés Rakcha. Pourtant l'utilisation de ce transport n'est pas à la portée de tout le monde. 16,91% se déplace avec leur propre moto, ce qui induit une vulnérabilité faible. 14,49% des ménages enquêtés utilisent les mototaxis pour se déplacer. 13,04% marchent avec leur pieds, 45,41% utilisent le Rakcha dans leur déplacement, et c'est le moyen de déplacement le plus utilisé par la population ; car il leur procure de sécurité et de confort, mais ce moyen de transport est très vulnérable face à la stagnation des eaux et ne peut pas traverser les *ouadis* pendant la saison pluvieuse. 10,14% des personnes enquêtées ont des voitures personnelles pour leur déplacement ce qui induit aussi une vulnérabilité très faible.



Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Figure 54: Types de moyens de transport utilisés

Ce graphique met en exergue les moyens de transport utilisés par la population abéchoise. Il ressort de ce graphique que, le Rakcha est le moyen le plus utilisé par la population, suivi de moto personnelle. Certains ménages marchent à pied, on observe une vulnérabilité plus élevée dans le troisième arrondissement (22,86%) contre (5,88%) dans le quatrième arrondissement. Les personnes qui marchent à pieds sont plus vulnérables que celles qui possèdent des engins personnels parce qu'elles peuvent être sujettes à l'emportement par les eaux courantes.

Tableau 43: Grille de vulnérabilité en fonction de type de moyen transport utilisé

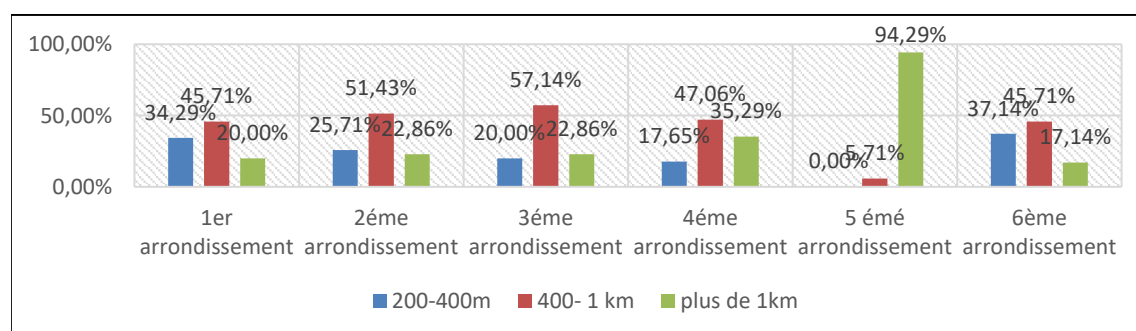
Moyen de transport	Vulnérabilité (%)			
	Faible	Moyenne	Forte	Total général
Moto	54,29	31,43	14,29	100,00
Moto -taxi	13,33	36,67	50,00	100,00
Pied	7,41	18,52	74,07	100,00
Rakcha	55,32	32,98	11,70	100,00
Voiture privé	47,62	14,29	38,10	100,00

Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Le type de moyen de déplacement utilisé explique aussi la vulnérabilité des ménages à Abéché. 54,29% des ménages possèdent des motos personnelles et 55,32% se déplacent avec le Rakcha et 47,62% se déplacent avec leurs propres voitures ne sont pas vulnérables. Et cette absence de vulnérabilité s'explique par le fait que ces personnes peuvent accéder rapidement à leur maison avant que les routes deviennent inaccessibles pourtant les ménages qui ne possèdent pas sont très vulnérables, puisque c'est difficile pour eux d'accéder à pieds à leur domicile 74,07% des personnes très vulnérables à Abéché sont celles qui ne possèdent pas un moyen de déplacement.

2.5.4. La distance des quartiers avec les centres de santé le plus proche comme facteurs de vulnérabilité

Les inondations sont susceptibles de causer des dommages corporels. Parmi la population il y a certaines personnes qui souffrent des maladies qui nécessitent une évacuation ou un soin rapide. Les inondations ont endommagé les faibles infrastructures routières que la ville dispose ce qui empêche et perturbe le déplacement des personnes. Les enquêtes auprès des ménages à prouver que, sur 47/209 personnes enquêtées ont indiqué que la distance qui le sépare à un centre de santé est de 200-400m. 88/209 personnes ont à une distance de 400m-1km, 74/209 sont à une distance de plus de 1 km. Les personnes le plus vulnérable se trouvent dans le 5eme arrondissement avec 33/35 se situent de plus d'un km. La population fait recours au médicament traditionnel, boit des médicaments de la route, supporter la maladie ; donc c'est une vulnérabilité qui se manifeste par la distance parcourue, l'état des routes, le manque des moyens de transport adéquats et par une répartition inégale des centres de santé. Dans la ville d'Abéché, la distance constitue un facteur de vulnérabilité de la population pendant la saison pluvieuse et lors des inondations.



Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Figure 55: perception sur la distance des quartiers avec les centres de santé le plus

Ce graphique nous montre la distance des quartiers par rapport à un centre de santé le plus proche. En effet dans le 5^{ème} arrondissement la distance d'un centre de santé pour 33/35 de personnes enquêtées se trouve à plus de 1km pour 2/35 personnes, elles sont à 400m-1km. Dans les autres arrondissement on observe aussi que la distance se situe le plus souvent à 400m-1km. Ce qui augmente leur vulnérabilité pendant les inondations.

Tableau 44: Grille de vulnérabilité de distance avec le centre de santé le plus proche

Distance avec le centre de santé le plus proche	Vulnérabilité (%)			
	Faible	Moyenne	Forte	Total
200-400m	44,68	44,68	10,64	100,00
400m- 1 km	11,63	30,23	58,14	100,00
Plus de 1km	13,51	28,38	58,11	100,00

Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Les inondations sont susceptibles de causer des dommages corporels et il faut signaler aussi que toute la population n'est pas en bonne santé. La ville d'Abéché ne compte que neuf (9) centres des santés inégalement réparties (voir carte). 58,14% des ménages sont vulnérables parce la distance qui les sépare à un centre de santé est 400m- 1 km et 58,11% sont très vulnérables et qui se situent à plus de 1km. Les ménages enquêtés ont indiqué qu'ils font recours au soin traditionnel ou ils achètent les médicaments des boutiques mais ils ont indiqué aussi que certaines maladies nécessitent une évacuation rapide. Les ménages les moins vulnérables sont situés à 200-400m.



Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Photo 3: Route d'ancien marché de bétail près de hilé-kinine inondé à Abéché

Cette photo montre l'impact des inondations sur le déplacement de la population à Abéché. On observe des rickshaws, des personnes à pieds et une personne à moto, sont contraint par les écoulements des eaux compte tenu de manque des canaux d'évacuation des eaux. Cette

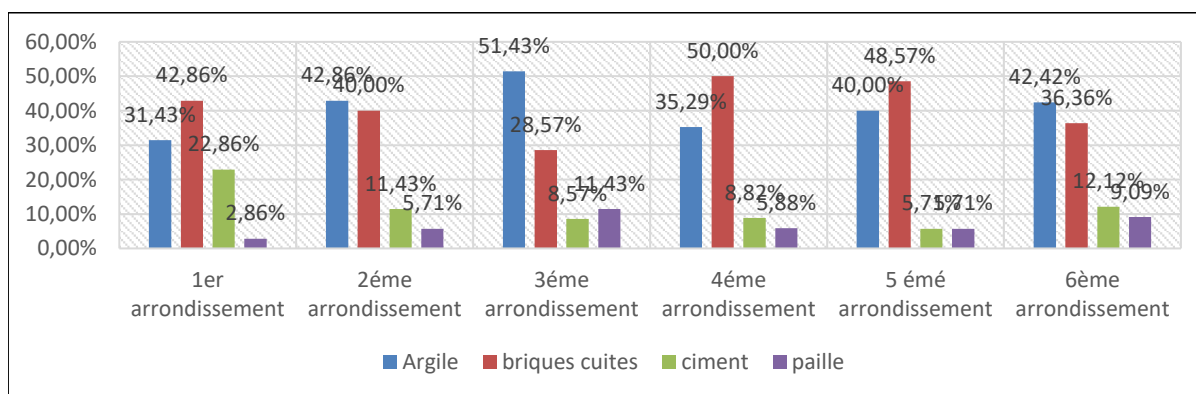
situation peut engendrer des accidents grave. Elle pourra avoir aussi un impact sur le fonctionnement des engins, ce qui peut causer des pertes économiques. La problématique majeure reste le manque et le sous dimensionnement des canaux de drainage des eaux pluviales sous les goudrons. Ces derniers ont été construits sans tenir compte de canalisations.

2.5.5. La vulnérabilité liée au type du bâti

La vulnérabilité des bâtiments aux inondations se manifeste par la nature des matériaux utilisés, leur proximité à un *ouadis*, la durée de submersion... tous ces facteurs interviennent pour déterminer le degré de vulnérable. La ville d'Abéché connaît une occupation anarchique.

2.5.5.1. Matériaux de construction comme facteurs accélérateur de la vulnérabilité aux inondations

Les matériaux des constructions utilisés dans les maisons peuvent avoir un impact sur leur résistance aux inondations. Le RGPH 2 (2009) a montré que plus de la moitié des logements à Abéché sont en banco, 7,5 % des logements sont des pailottes contre 30 % de logements construits en briques cuites élevés avec de la terre crue comme mortier (semi dur) et à peine 5% des logements sont en dur. Abéché est située dans le centre d'un bassin circulaire, avec des pentes variant de 1 à 1,25%. Cependant, la nature sablo-argileuse des sols les rend perméables et vulnérables à l'érosion. Ces sols exigent des profondes fondations afin de renforcer la durabilité des logements (PADUR, 2009). Alors 40,58% des personnes enquêtées leurs maisons sont construites à base de l'argile, 41,15% avec des briques cuites ,11,48% avec des ciments et 7,18% avec de paille. Les maisons faites à base de l'argile sont plus vulnérables face à l'érosion hydrique. Ce phénomène est observé dans les 1^{er}, 2^{ème} et 3^{ème} arrondissement lié à l'érosion des berges des *Ouadis* Amsoudourié et Amkamil. L'élargissement des berges engendre d'énorme dégâts, des écroulements des maisons chaque année.



Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Figure 56: Matériaux de construction

Ce graphique nous montre les matériaux des constructions utilisés pour construire des maisons à abéché. On observe que l'argile (40,58%) et les briques (41,15%) cuites occupent une grande place. Les maisons construites à base de l'argile n'opposent pas une forte résistance en cas des inondations par contre les maisons construites avec des ciments (11,48%) sont plus résistants mais moins observable compte tenu de leur cout élevé.

Tableau 45: Types de matériaux de construction

Type des matériaux	Vulnérabilité (%)			
	Faible	Moyenne	Forte	Total général
Argile	9,52	29,76	60,71	100
Briques cuites	42,35	41,18	16,47	100
Ciment	66,67	25,00	8,33	100
Paille	7,14	14,29	78,57	100

Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

À Abéché les personnes enquêtes ont montré que les maisons construites à base de l'argile sont très vulnérables. 60,71% des ménages construites avec l'argile sont très vulnérable, 29% sont vulnérable, seulement 9,52% sont non vulnérable compte tenu de leur localisation qui est loin des zones à risque et leur capacité d'adaptation très élevée. 42,35% des ménages sont non vulnérable puisque leurs maisons sont construites à base de ciment, seulement 25% sont vulnérables et cela est dû au type de construction et au nature du sol. Les maisons construites par le paille sont le plus vulnérable 78,87% facilement accessible par l'eau ce qui induit une vulnérabilité très forte. Le centre de la ville d'Abéché est dominé par des constructions anciennes en argile qui datent depuis plus de 30ans. Le quartier comme Dabanir, motobano, farik al-chitié sont des quartiers là où on trouve plus des maisons en argile et paille. Les constructions ne respectent pas les normes de l'urbanisme. Les maisons situées près des berges et dans les zones basses doivent être construites avec des matériaux en dur selon la norme.

Tableau 46: Les matériaux de construction importés et leur prix à Abéché

Type des matériaux	Provenance	Prix unitaire (en f CFA)
Tôle de 3,60m	Soudan et Dubaï	4500
Lambourdes	RCA	5000
Lambourdes	Cameroun	4000
Fer plat	Chine et Nigéria	200
Planche de 30cm	Cameroun	12000
Chevrans	Cameroun	7000
Pointes de tôles	Cameroun	1500 le kg
Pointes de 8	Cameroun	1500 le kg
Pointes de 15	Cameroun	1500 le kg
Fer de 6	Chine et Nigéria	2500
Fer de 10	Chine et Nigéria	4000
Ciment	Nigéria, Turquie et Cameroun	17000
	Soudan	15 000 à 16 000
	Tchad	13000

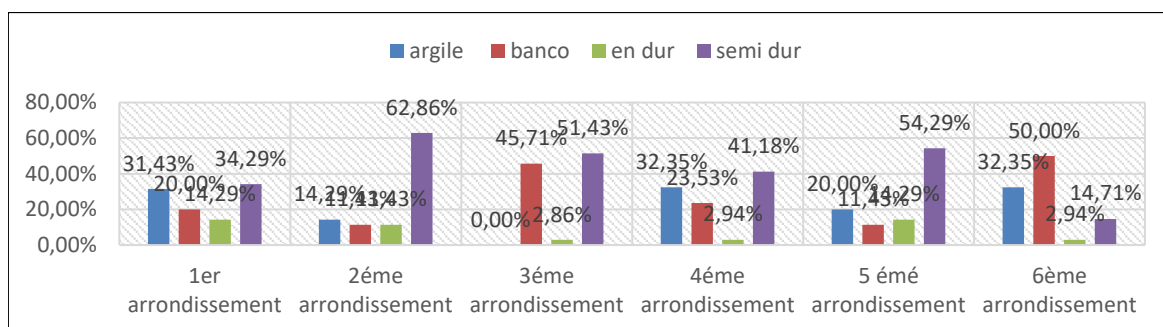
Source : Réalisation (Mahadjir, cité par : Tobro-Ndilibé et al. 2017) d'après les prix en vigueur à la quincaillerie en date du 18 avril 2017

Il ressort du tableau que les matériaux de construction importés coûtent excessivement chers comparativement aux autres grandes villes du Tchad. Toutes les pièces fondamentales à la construction d'un logement sont importées. Le plus flagrant est que parmi ces matériaux, deux

sont également produits au Tchad mais sont chers et généralement introuvables à Abéché. Il s'agit du ciment qui coûte, sur le marché, 1,7 fois plus cher que le prix officiel et la tôle galvanisée produite au Tchad qui mesure 2 m a le même prix que celle importée et qui mesure 3,6 m. Le choix des abéchois se justifie aisément ici.

2.5.5.2. Vulnérabilité liée au type d'habitat

Les prix exorbitant des matériaux des constructions et l'absence des promoteurs privés et des financements limitent l'accessible des ménages à un logement descend à Abéché (Tobro-Ndilbé et al., 2017). Le type d'habitat joue un rôle très important dans la manière dont les inondations affectent les personnes et les matériels. Les quartiers qui se trouvent à la sortie de la ville, on observe la dominance des maisons en dur. La nature des maisons couplée avec la nature du sol(sableux-argileux), le manque et qualité des drains existant induit une forte vulnérabilité aux inondations. Selon le document de la stratégie de croissance et de réduction de la pauvreté, environ 90% des ménages tchadiens vivent dans des logements dont les matériaux non durables, 76% des logements ont un toit en paille ou secko et 69% ne disposent pas de latrine. La plupart des logements sont construits par le secteur informel.



Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Figure 57: Type d'habitat

Ce graphique nous montre les types d'habitat des personnes enquêtées dans la ville d'Abéché. 21,63% des maisons sont en argile, 43,27% sont en semi dur, 26,92% en banco et 8,17% en dur. On observe la prolifération des maisons en argile, qui est facilement accessible pour tout le monde mais qui est vulnérable aux stagnations des eaux compte tenu de sa nature. La population construit aussi en semi dur mais toujours dominé par l'argile. Dans certains quartiers, on observe la présence des constructions en bancos et en dur. Les quartiers qui se trouvent à la sortie de la ville, on observe la dominance des maisons en dur.

Tableau 47: Grille de vulnérabilité en fonction de type d'habitat

Le type habitat	Vulnérabilité (%)			
	Faible	Moyenne	Forte	Total général
argile	3,23	32,26	64,52	100,00
banco	6,67	35,56	57,78	100,00
en dur	35,29	29,41	35,29	100,00
semi dur	32,53	50,60	16,87	100,00

Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Le type d'habitat joue un rôle dans l'ampleur des dégâts. En effet 64,52% des individus très vulnérables leurs maisons sont en²²² argile et 57,78% des ménages très vulnérables leurs habitats sont en banco. Les maisons construites en dur sont résistantes et vulnérables selon la localisation et système de construction. Les maisons en semi dur sont les plus observées 50,60% sont vulnérables et 32,53% sont non vulnérables. La vulnérabilité d'habitat à Abéché fonction d'abord de nature de site, d'absence ou de présence des réseaux de drainage, de présence ou absence des fondations, de nature des matériaux des constructions.



Source : Délégation provinciale du Ouaddai

Planche 2: Erosion le long de l'ouadi Am Soudourieh à Abéché dans le 3^{ème} arrondissement

La planche ci-dessus nous montre la vulnérabilité des maisons aux eaux courantes et à l'érosion par élargissement des berges. La photo(A) nous montre des murs des maisons écroulés suite à l'érosion des berges et compte tenu de nature des matériaux des constructions qui est dominé par l'argile. La construction dans ces zones nécessite des fondations en dur et avec des matériaux durables. Sur la photo(B) et (C), on observe des traces d'érosion et des murs écroulés. L'érosion est en train de gagner les maisons surtout celles qui se trouvent près des *ouadis* augmentant ainsi la vulnérabilité des bâtiments et des personnes.

2.5.5.2.1. Synthèse de l'occupation des sols : conjugaison des facteurs de vulnérabilité aux inondations

Tableau 48:Caractéristiques de l'occupation du sol

Occupation du sol	Superficie en Ha	Pourcentage de superficie %
Affleurements rocheux	1524	6,47
Bâti	1859	7,89
Culture	1875	7,96
Savane arbustive	4177	17,73
Savane herbeuse	7722	32,78
Sol nu	1795	7,62
Steppe herbeuse	4601	19,54
Total général	23554	100

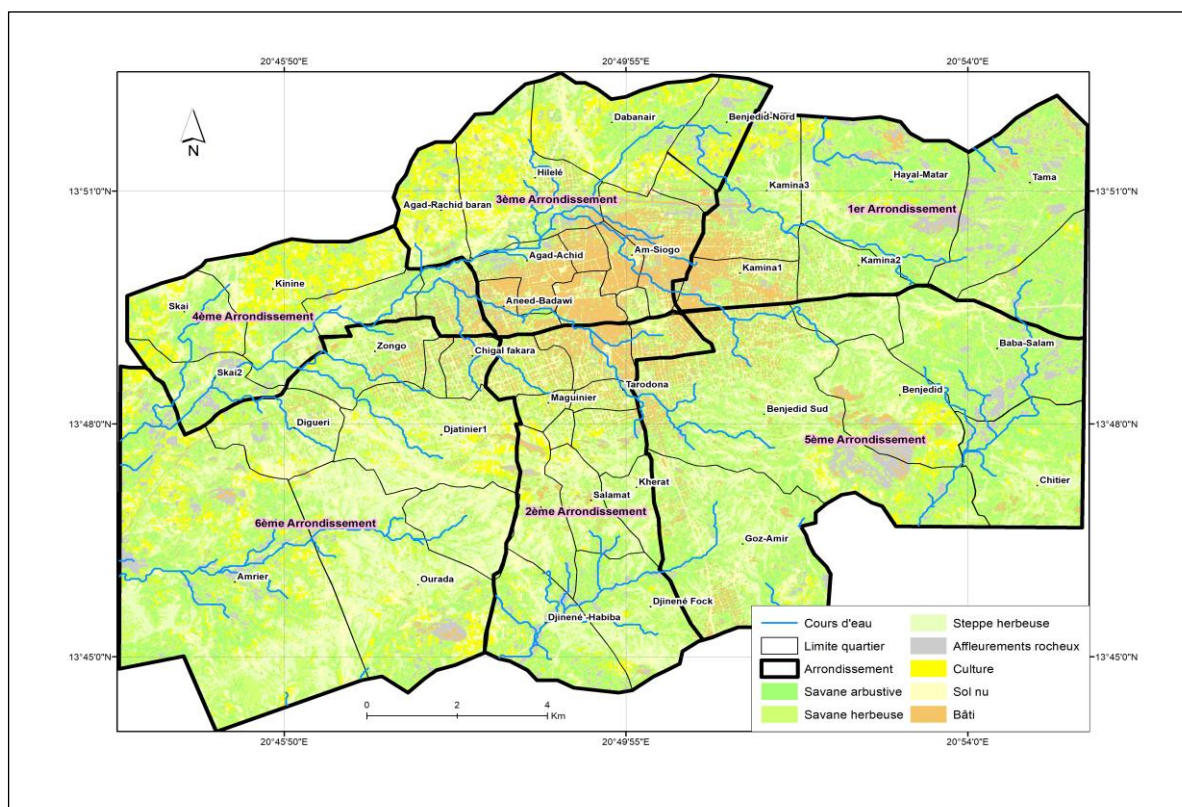


Figure 58: Carte d'occupation du sol

Sources : OSM (2021) et enquête de terrain (2022) Scr : datun-wgs84 explorer

Il existe une relation directe entre l'occupation du sol et les inondations. Les espaces tels que les savanes, la steppe herbeuse facilitent l'infiltration des eaux. Dans notre zone d'étude la savane herbeuse occupe une grande superficie 32,78% de la superficie totale. Le bâti occupe que 7,89% de la superficie totale. Les zones couvertes par le couvert végétal facilitent l'absorption des eaux. A Abéché on observe une occupation anarchique de l'espace. Les zones fortement urbanisées se trouvent à proximité avec les *ouadis*. Les aménagements et la modification de la dynamique naturelle des *ouadis* sont responsables des inondations à Abéché. 7,62% des surface est occupées par de sol nu. Ce qui favorise le ruissèlement des eaux et par manque des canaux d'évacuation des eaux génèrent des inondations.

Les populations abéchoise sont exposées aux inondations compte tenu de l'alimentation des *ouadis* de bassin versant de *ouadis* chao par des sources externes en amont venant du Soudan principalement les *ouadis Amlayouna* qui prend sa source au-delà du Aldjina est alimente les petits cours d'eau environnants. Les populations abéchoises est exposées par l'arrivée soudaine des eaux sans que la ville enregistre des précipitations. Ces inondations engendrent des énormes dégâts surtout sur les activités économiques. La figure ci-dessous nous montre que, les populations sont concentrées dans les zones à basse altitude et faible pente et en plus près des cours d'eau. Tous ces facteurs accentuent leur vulnérabilité aux inondations.

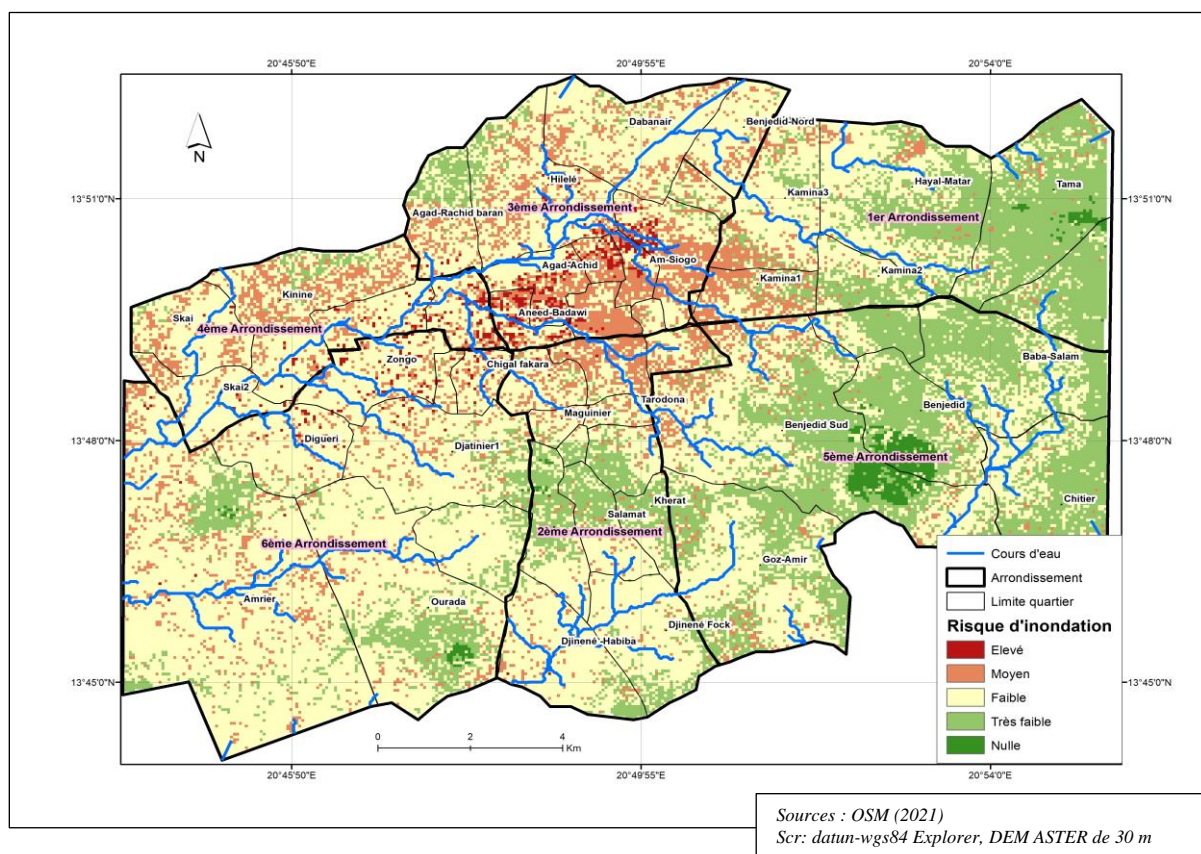
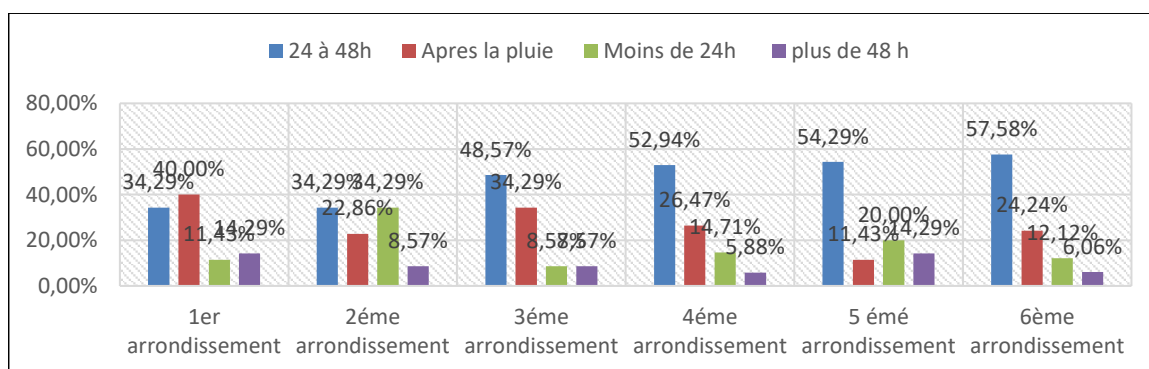


Figure 59: Carte d'exposition aux risques d'inondation suivant une approche qualitative prenant en compte la topographie et l'occupation humaine à Abéché

2.1.1.1 La durée de submersion comme facteur de vulnérabilité

Il est important de noter que la submersion prolongée des maisons peut causer des dommages structurels importants, ainsi que des problèmes de santé lié à l'humidité. La durée de submersion pendant les inondations dépend de plusieurs facteurs, tels que la hauteur des eaux, la topographie, la nature du sol, la capacité du système de drainage ainsi que des matériaux utilisés pour construire des maisons. 46,86% des personnes enquêtées ont indiqué la durée de submersion dans leurs maisons est 24 à 48 heures, 26,57% leurs maisons ne retiennent pas l'eau, 16,91%, la durée de submersion dans leurs maisons est moins de 24 heures et 9,66% des personnes enquêtées ont indiqué une durée de submersion de plus de 48 heures. La stagnation des eaux empêche la circulation des personnes à l'intérieur de la cour surtout les enfants et les personnes âgées ce qui induit une certaine vulnérabilité. La stagnation des eaux fragilise les bâtiments et augmente l'humidité.



Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Figure 60: Durée de submersion

Ce graphique nous montre que la durée de submersion des personnes enquêtées. Pour 46,86% la durée de submersion est 24 à 48 heures, pour 16,91% la durée de submersion est de moins de 24 heures et pour 9,66% la durée de submersion est de plus de 48 heures et 26,57% leurs maisons ne retiennent pas l'eau.

Tableau 49 : Grille de vulnérabilité en fonction de durée de submersion

Durée de submersion	Vulnérabilité (%)			
	Faible	Moyenne	Forte	Total général
Moins de 24 h	37,50	50,00	12,50	100,00
24 à 48h	10,61	28,79	60,61	100,00
Plus de 48h	17,39	30,43	52,17	100,00

Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

La durée de submersion est un facteur qui retarde le fonctionnement des marchés et elle dépend de l'ampleur du phénomène, des présences des canaux d'évacuation d'eau et des stratégies d'adaptations. 50,00% des personnes enquêtées ont indiqué une durée de submersion de moins de 24 heures mais pourtant elles sont vulnérables. Cette vulnérabilité s'explique par

une capacité d'adaptation très faibles. 60,61% des personnes très vulnérables affirment qu'elles peuvent retourner aux activités de 24- 48 heures et ceci est dû à leur localisation dans le lit d'*ouadis*. 52,17% sont très vulnérables puisque leur durée de submersion est évaluée à plus de 48 heures. Dans la ville d'Abéché les personnes le plus vulnérables sont celles qui ont une durée de submersion de 24-48 heures.

2.1.2 Vulnérabilité liée aux types des infrastructures de drainage

Le problème de drainage peut causer des inondations et de dégâts matériels important. Abéché est aussi la seule des grandes agglomérations du pays qui n'a pas bénéficié d'ouvrages de drainage depuis plus de 30 ans par PADUR, 2019. Le principal système de drainage des eaux pluviales de la ville d'Abéché est le réseau des *ouadis*. Ces derniers détruisent des propriétés pendant l'hivernage et provoquent l'inondation des rues, ceci rend ces artères impraticables et perturbent la circulation dans la ville. Le réseau de caniveaux latéraux le long des voies est pratiquement inexistant. Il y a environ 1400 mètres linéaires de caniveaux maçonnés ou en terre. Certains de ces caniveaux maçonnés ou en terre datent des années 1960 et sont totalement bouchés par manque de curage PADUR (2009). Les maigres canaux sont obstrués par des déchets et certains enferment par des constructions des habitations. Pendant la saison pluvieuse l'eau n'arrive plus à circuler et cause des inondations.

2.1.2.1 Insuffisance des réseaux de drainage comme facteur de vulnérabilité

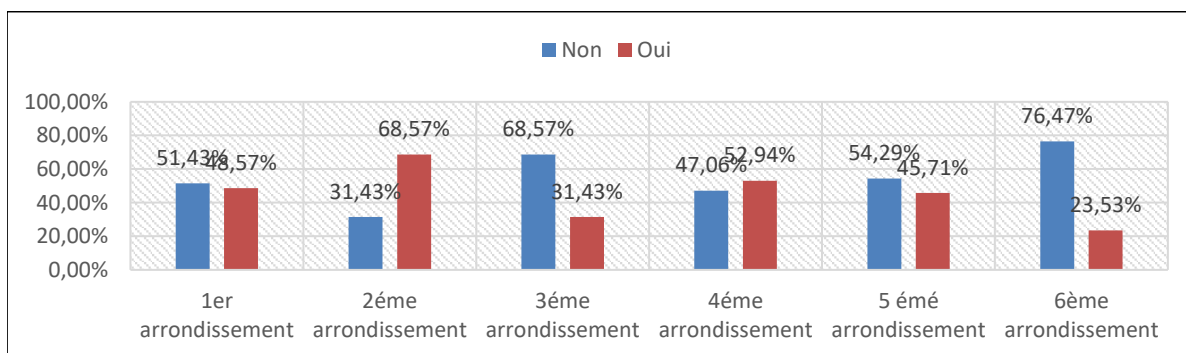
La ville d'Abéché souffre d'une insuffisance des drains. Les eaux pluviales sont drainées par des drains naturels qui se trouvent aujourd'hui fermés par des constructions. Les faibles drains artificiels sont mal entretenus et obstrués par des déchets. Nos enquêtes auprès des ménages et notre observation sur le terrain nous ont permis de constater de près comment fonctionnent ces drains pendant la saison pluvieuse. Les canaux sont sous dimensionnés, mal orientés et sont remplis des sables et des déchets. 54,81% des personnes enquêtées affirment l'absence des canaux d'évacuation des eaux dans leurs quartiers, 45,19% affirment l'existence des canaux d'évacuation des eaux mais qui sont presque tous obstrués. Les personnes enquêtées affirment que certains drains sont disparus carrément sous l'effet de l'ensablement et par le manque de leurs entretiens par la voirie urbaine.

Cette planche ci-dessous (planche 3) nous montrent l'état d'un canal face arrière et face avant. En face arrière le canal est en bon état mais en face devant on observe que le canal est obstrué par des déchets. La ville d'Abéché connaît un déficit en termes des dispositifs d'évacuations des eaux pluviales et les rares sont obstrués par des déchets ménagers. Compte tenu de manque des dépotoirs publics dans certains quartiers, l'incivisme de la population, le manque des responsabilités des autorités locales, la problématique de gestion de déchet génère d'énormes conséquences d'insalubrité, et aujourd'hui devenu un facteur par excellence des inondations dans la ville d'Abéché.



Source : Mairie de la ville d'Abéché

Planche 3 : Vu d'un canal d'évacuation des eaux face arrière et face devant remplie des déchets



Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Figure 61: Votre quartier comporte-t-il des canaux d'évacuation d'eau

Ce graphique nous montre la perception de la population sur l'existence ou l'absence des canaux d'évacuation des eaux dans leur quartier. 54,81% indique une absence des canaux et 45,19% indique une présence des canaux dans leurs quartiers. On observe une forte vulnérabilité liée aux absences des caniveaux de drainages des eaux dans le 3^{ème} (68,57%) et dans le 6^{ème} (76,47%). Les 2^{ème} (68,57%) est le moins vulnérable. Nos observations sur le terrain montrent que, certains quartiers tels que : chigal-Fakhara, Taradona, Motobano, et plusieurs autres ne comportent pas des canaux de drainages des eaux pluviales. Les personnes enquêtées ont indiqué que, ces quartiers comportaient avant des drains naturels qui facilitent la circulation des eaux pluviales, mais aujourd'hui ces drains se trouvent obstrués par des constructions des habitations. Certains quartiers possèdent de canaux de drainage mais sont en mauvais états par manque d'entretiens par les autorités locales et la population.

Tableau 50 : Grille de vulnérabilité en fonction de réseaux de drainages des eaux

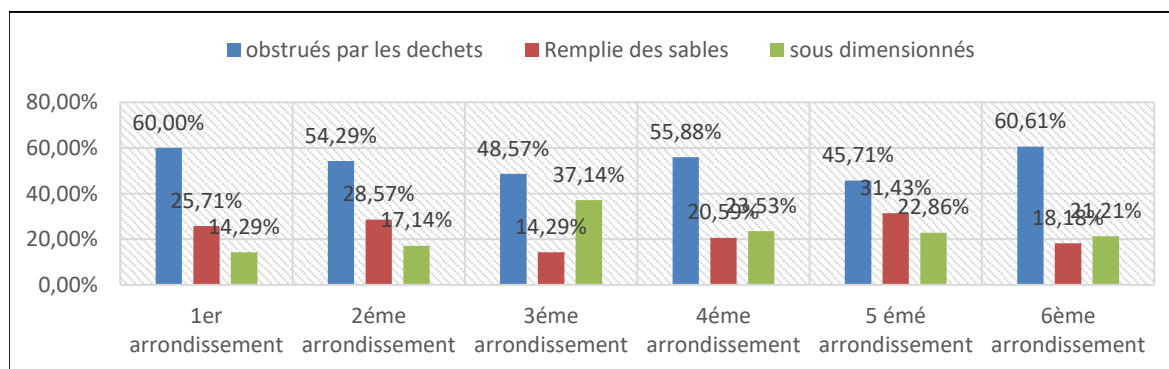
Votre quartier comporte-t-il un système d'évacuation des eaux ?	Vulnérabilité (%)			
	Faible	Moyenne	Forte	Total général
Non	12,28	28,65	59,06	100,00
Oui	36,11	52,78	11,11	100,00

Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

La mauvaise qualité des réseaux de drainages ou leurs absences augmentent la vulnérabilité des ménages pendant les inondations. Les enquêtes de terrain nous montrent que 59,06% des ménages très vulnérables leurs quartiers ne comportent pas des réseaux de drainage. 36,11% des ménages non vulnérables leurs quartiers comportent un canal d'évacuation des eaux mais 52,78% des ménages sont vulnérables étant donné que leurs quartiers possèdent des canaux d'évacuation des eaux. Pendant nos observations sur le terrain, nous avons constaté que les canaux sont obstrués par des déchets, certains ensablés et d'autres même disparus c'est pourquoi lorsque la ville enregistre des pluies, les eaux n'arrivent pas à circuler et se divergent dans les maisons et créent des inondations. Les quartiers qui possèdent des canaux sont moins vulnérables 36,11%.

2.1.2.2 Etats des canaux d'évacuation des eaux comme facteur de vulnérabilité

Le constat fait dans notre zone d'étude est qu'il y'a absence d'entretien durable des caniveaux dans tous les arrondissements. C'est la raison de la persistance et de l'accentuation des problèmes de drainage des eaux pluviales et de la dégradation de l'environnement. A cela, il faudrait ajouter l'insouciance et l'incivisme de la population, qui non seulement construit dans le lit des Ouadis, mais n'entretient pas les ouvrages de drainage qui sont totalement obstrués aujourd'hui (PADUR,2009). Selon nos observations et nos enquêtes auprès des ménages et services concernés, la ville d'Abéché dispose des drains naturels qui ont été aujourd'hui fermés par des constructions, des dépôts des déchets, d'où les inondations aujourd'hui. Les quartiers Montobono, Dabanair, qui subissent des inondations répétées ces dernières années.



Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Figure 62: Etats des canaux d'évacuation des eaux

Ce graphique montre l'état des canaux d'évacuation des eaux dans les quartiers des personnes enquêtées. En effet 54,11% des personnes enquêtées trouvent que les canaux sont obstrués dans leurs quartiers, 23,19% trouvent que les canaux sont remplis des sables dans leurs quartiers et affirment que cela est dû au manque d'entretien par la mairie. 22,71% indique un sous dimensionnement des canaux. L'obstruction des canaux par des déchets et en grande partie responsable des inondations dans les arrondissements. Certains canaux sont disparus, soit devenu des dépotoirs des déchets ou des lieux d'habitations. Ces *ouadis*, outre fois étaient des zones agricoles, mais aujourd'hui la population a occupé ces lieux de manière anarchique, construisant dans le lit des *ouadis*. Ainsi, les constructions ont diminué la largeur des *ouadis* favorisant la survenance du phénomène d'inondation dans ces quartiers.



Source : Abdel-madjid, enquête de terrain 2022.

Planche 4: Etats des canaux d'évacuation des eaux à Abéché.

Le constat fait dans notre zone d'étude est qu'il y'a absence des caniveaux dans certains arrondissements. C'est la raison de la persistance et de l'accentuation des problèmes de

drainage des eaux pluviales et de la dégradation de l'environnement. A cela, il faudrait ajouter l'insouciance et l'incivisme de la population, qui non seulement construit dans le lit des ouadis, mais n'entretient pas les ouvrages de drainage qui sont totalement obstrués aujourd'hui. Selon nos observations et nos enquêtes auprès des ménages et services concernés, la ville d'Abéché dispose des drains naturels qui ont été aujourd'hui fermés par des constructions, des dépôts des déchets, d'où les inondations aujourd'hui. Les quartiers Matabono, Dabanair, qui subissent des inondations répétées ces dernières années, autre fois étaient des zones agricoles, mais aujourd'hui la population a occupé de manière anarchique, construisant dans le lit des *ouadis*, les constructions ont diminué la largeur des *ouadis* favorisant ainsi la survenance du phénomène d'inondation dans ces quartiers.

Tableau 51 : Grille de vulnérabilité en fonction de qualité de réseaux de drainages

Qualité des réseaux de drainage	Vulnérabilité (%)			
	Faible	Moyenne	Forte	Total général
Obstrués par les déchets	16,13	27,96	55,91	100,00
Remplie des sables	7,89	36,84	55,26	100,00
Sous dimensionnés	16,67	50,00	33,33	100,00

Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

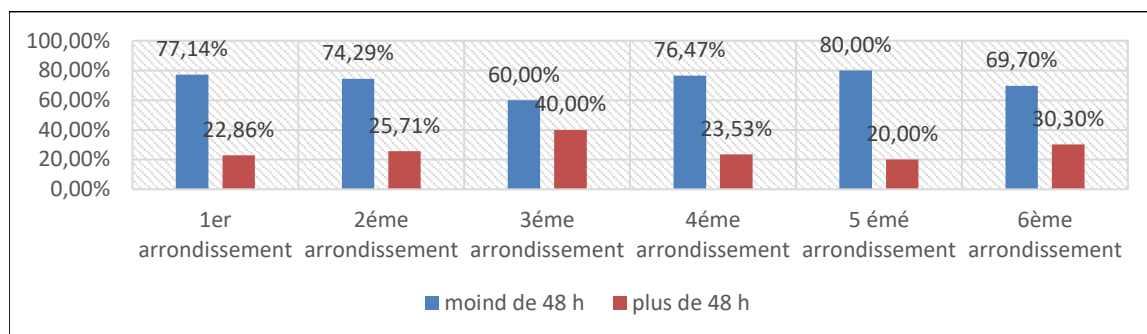
Ce tableau nous montre la vulnérabilité des ménages en rapport avec la qualité des réseaux de drainage. La ville d'Abéché ne dispose pas des canaux en bon état. On observe une grande vulnérabilité 55,91% due aux obstruassions des canaux par des déchets c'est pourquoi l'eau n'arrivent plus à circuler et génère des inondations. 55,26% des ménages très vulnérables les canaux sont remplis des sables dans leurs quartiers. Il est aussi à signaler que les canaux sont sous-dimensionnés, mal conçus. 50,00% des personnes enquêtées sont vulnérables puisque ces canaux n'arrivent plus à drainer les eaux sans débordement.

2.1.3 Vulnérabilité liée à la précarité des services publics

La vulnérabilité à Abéché est aggravée par le manque des dépotoirs, une mauvaise gestion des déchets par la commune et la population, ainsi que par le délai de rétablissement.

2.1.3.1 Délai de rétablissement des services affectés par les inondations comme facteurs de vulnérabilité

Le délai de rétablissement des services publics est un facteur de vulnérabilité. Il dépend de plusieurs facteurs tels que la gravité des inondations, l'empileur des dégâts, le type de services publics, ainsi que les ressources disponibles pour les réparations. Dans notre zone d'étude, pour plus de 60% des personnes enquêtées, le délai de rétablissement des services affectés par les inondations est moins de 48 heures. Les services de santés sont le plus affectés et surtout l'hôpital central, car il est traversé par un *ouadis* (Amsoudourié) qui inonde une grande partie de ce dernier pendant la saison pluvieuse où lors d'une crue. Ces services sont affectés aussi de manière indirecte par l'état des routes et la rupture de transport.



Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Figure 63: Délai de rétablissement des services affectés par les inondations

Le délai de rétablissement est plus élevé dans le 5ème arrondissement, suivi par le 1^{er} et 4ème arrondissement et plus faible dans le 3ème arrondissement. Cette vulnérabilité est influencée par une répartition inégale des services publics. Certains arrondissements ne possèdent même pas des centres de santé, ni des dépotoirs.

Tableau 52: Grille de vulnérabilité en fonction de délai de rétablissement des services publics affectés par les inondations

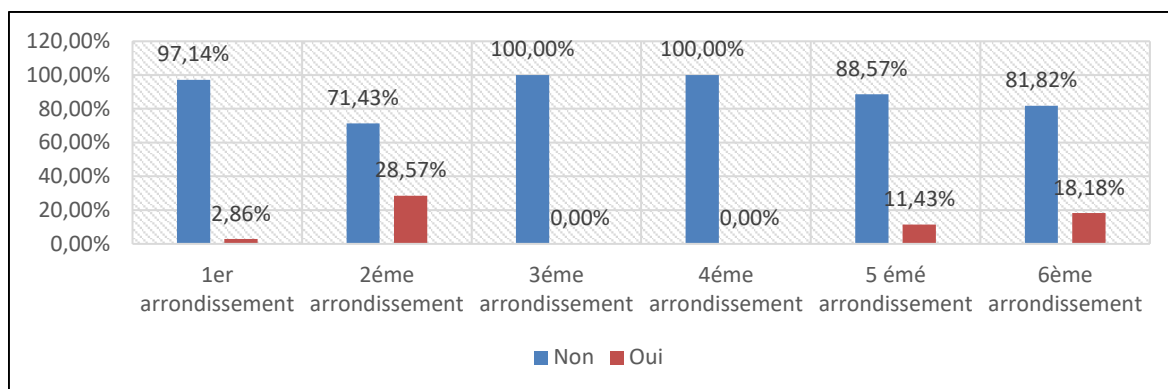
Délai de rétablissement des services publics affectés par les inondations	Vulnérabilité (%)			
	Faible	Moyenne	Forte	Total général
Moins de 48 h	54,30	32,45	13,25	100,00
Plus de 48 h	8,93	33,93	57,14	100,00

Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Ce tableau nous montre que, la vulnérabilité est élevée là où le délai de rétablissement est de plus de 48 heures. On observe que 57,14% des ménages vulnérables ont un délai de rétablissement des services publics de 48 heures. 54,30% des ménages non vulnérables leur délai de rétablissement est de moins de 48 heures.

2.1.3.2 Vulnérabilité liée au manque des dépotoirs publics

Le manque et l'absence des dépotoirs publics dans certains arrondissements (3ème et 4ème) contribue fortement à la vulnérabilité des ménages aux inondations. Les déchets jetés dans la rue obstruent les systèmes de drainage et les canaux d'écoulement des eaux pluviales ce qui entraînent des inondations dans ces arrondissements. 89,90% des ménages ont indiqué un manque des dépotoirs dans leurs quartiers, ce qui les expose fortement aux inondations. 10,10% ont souligné la présence des dépotoirs mais indiquant un manque de gestion par la voirie urbaine. La collecte, le transport et dépôt des déchets ménagers à Abéché se fait par les ménages ou par des talibés. Certaines personnes jettent les déchets dans les rues, les canaux de drainage, dans les lits des cours d'eau (le plus observé) et par manque de traitement et évacuation, ces déchets obstruent les cours d'eau, les rues et les canaux de drainage, ce qui empêchent les écoulements des eaux et causes des inondations par débordement à Abéché.



Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Figure 64: Manque des dépotoirs publics

Ce graphique montre qu'il y a absence totale des dépotoirs dans deux arrondissement (3ème et 4ème) et quasi-inexistante dans le 1^{er}. La vulnérabilité est élevée dans ces trois derniers mais moyenne dans le 2ème, 5ème et 6ème.

Tableau 53 : Grille de vulnérabilité en fonction de disponibilité des dépotoirs publics

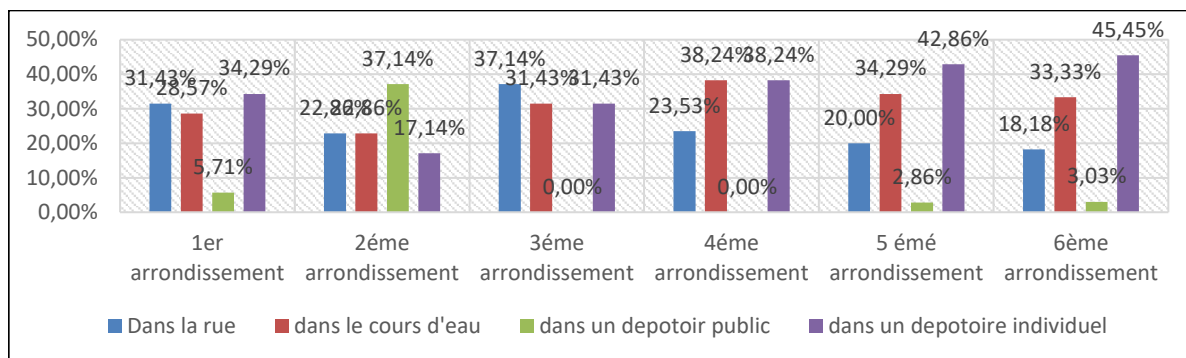
Absence de dépotoirs publics	Vulnérabilité (%)			
	Faible	Moyenne	Forte	Total général
Non	11,83	32,80	55,38	100,00
Oui	14,29	33,33	52,38	100,00

Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Ce tableau montre qu'il y a une très forte vulnérabilité dans toute la ville et cela est due aux manques et aux qualités de dépotoirs publics. 55,38% des ménages qui ne possèdent pas des dépotoirs sont très vulnérables mais ceux qui disposent des dépotoirs publics dans leurs quartiers aussi sont très vulnérables 52,38% et cela est dû à l'état des dépotoirs et une précarité au niveau de la gestion.

2.1.3.2.1 Vulnérabilité liée au lieu de dépôt des déchets

Le dépôt des déchets dans la rue, *ouadis* peuvent obstruer les canaux de drainage et causer des inondations lors de fortes pluies. 25,48% des personnes enquêtées déposent leur déchet dans la rue ce qui contribue fortement à l'obstruction des caniveaux et génèrent des inondations pendant la saison pluvieuse. 31,25% déposent leur déchet dans les *ouadis* ce qui empêche fortement la circulation des eaux et favorisent les inondations dans les quartiers aux bordures des *ouadis*. 35,10% utilisent des dépotoirs individuels pourtant le lieu de décharge reste toujours les lits des *ouadis* ou la rue. Seulement 8,17% versent leur déchet dans un dépotoir public. Il y a une forte vulnérabilité liée à une mauvaise gestion des déchets. A Abéché les lieux de dépôts des déchets définitif sont les cours d'eau. Ces déchets (débris animaux et végétaux, déchets ménagers) jouent un rôle non négligeable dans l'occurrence des inondations à Abéché.



Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Figure 65: Lieu de dépôt de déchet

Ce graphique montre le lieu de dépôt des déchets dans les arrondissements. On observe que les ménages possèdent des dépotoirs individuels mais la décharge reste toujours au niveau de *ouadis* ce qui contribue à la modification des écoulements et favorise des inondations. Les ménages situés aux bordures des *ouadis* jettent leurs ordures ménagères dans les *ouadis* et ceci est observé presque dans tous les arrondissements. Les arrondissements le plus vulnérables sont le 3ème et 4ème compte tenu du manque des dépotoirs publics et une absence des services des gestions des déchets.

Tableau 54 : Grille de vulnérabilité en fonction de lieu de dépôt des déchets

Lieu de rejet des déchets	Vulnérabilité (%)			
	Faible	Moyenne	Forte	Total général
Dans la rue	3,77	39,62	56,60	100,00
Dans le cours d'eau	18,46	29,23	52,31	100,00
Dans un dépotoir public	23,53	35,29	41,18	100,00
Dans un dépotoir individuel	30,56	59,72	9,72	100,00

Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Ce tableau montre que partout les ménages sont très vulnérables. 56,60% des ménages très vulnérables jettent les déchets dans la rue, 52,31% des ménages très vulnérables jettent leur déchet dans les *ouadis*. Les ménages le moins vulnérables sont ceux qui possèdent des dépotoirs personnels.

2.1.4 Les déchets comme facteur des inondations

La production des déchets à l'échelle urbaine nécessite un système de gestion efficace, sinon elle devient source des nuisances. Dans la ville d'Abéché les caniveaux, les lits de *ouadis*, les rues et les parcelles inhabitées sont transformées en décharges publiques. Le manque d'entretien par les services concernés et l'incivisme de la population sont des facteurs explicatifs de naissances des dépotoirs spontanés à Abéché. Certains canaux sont disparus à cause des déchets. Nos observations montrent que, les canaux sont en bon états en amont mais remplissent des déchets en aval, ce qui génèrent des inondations pendant la saison pluvieuse.

Tableau 55: lieu de dépôt de déchet

Arrondissement	Dans la rue	Dans le cours d'eau	Dans un dépotoir public	Dépotoir individuel	Total
1er arrondissement	11	10	2	12	35
2ème arrondissement	8	8	13	6	35
3ème arrondissement	13	11	0	11	35
4ème arrondissement	8	13	0	13	34
5ème arrondissement	7	12	1	15	35
6ème arrondissement	6	11	1	16	34
Total général	53	65	17	73	208

Source : Enquête de terrain, septembre 2022

Cette figure nous montre un canal obstrué par les déchets. Sur 208 personnes enquêtées 73 ont indiqué qu'elles possèdent des dépotoirs personnels, 53 jettent les déchets dans la rue, 65 déposent les déchets dans les lits de *ouadis* et 17 jettent leur déchet dans des dépotoirs publics. L'incivisme de la population et l'absence des dépotoirs publics sont responsables aujourd'hui de problème des inondations causés par le remplissage des caniveaux et *ouadis*, empêchant ainsi la circulation des eaux.



Source : la mairie de la ville d'Abéché

Photo 4: canal d'évacuation des eaux obstrué par des déchets

Cette photo nous montre un canal d'évacuation des eaux englouti par des déchets provenant des ménages. Selon les personnes enquêtées, pendant la saison pluvieuse l'eau n'arrive pas à trouver une issue stagne sur le goudron, empêchant ainsi la circulation des personnes et des biens, causant parfois des accidents. La présence de ces déchets empêche la circulation des eaux, l'eau qui n'arrive pas à s'infiltrer se divise dans le quartier causant ainsi des inondations.

2.1.5 Evaluation de la vulnérabilité infrastructurelle

La vulnérabilité infrastructurelle aux inondations à Abéché est fonction de la qualité de la construction des infrastructures, y compris la conception des bâtiments, des routes, des ponts

et des canaux de drainage. La capacité des systèmes de drainage à gérer les quantités d’eaux pluviales est insuffisante. L’absence des dépotoirs fait que la population jette les ordures dans la rue, dans les canaux dans les lits des *ouadis* ce qui constitue un embâcle et empêche la circulation des eaux pendant la saison pluvieuse et crée des inondations à Abéché.

Tableau 56 : Matrice de vulnérabilité infrastructurelle

Arrondissement	Exposition	Capacité d’adaptation	Nombre de ménages vulnérable	Indice de vulnérabilité	Degré de vulnérabilité
1er	35	21	14	3	Faible
2ème	35	17	18	2	Moyenne
3ème	35	5	30	1	Forte
4ème	35	9	26	1	Forte
5ème	35	25	10	3	Faible
6ème	35	16	19	2	Moyenne
Total général	210	93	117	1	Forte

Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

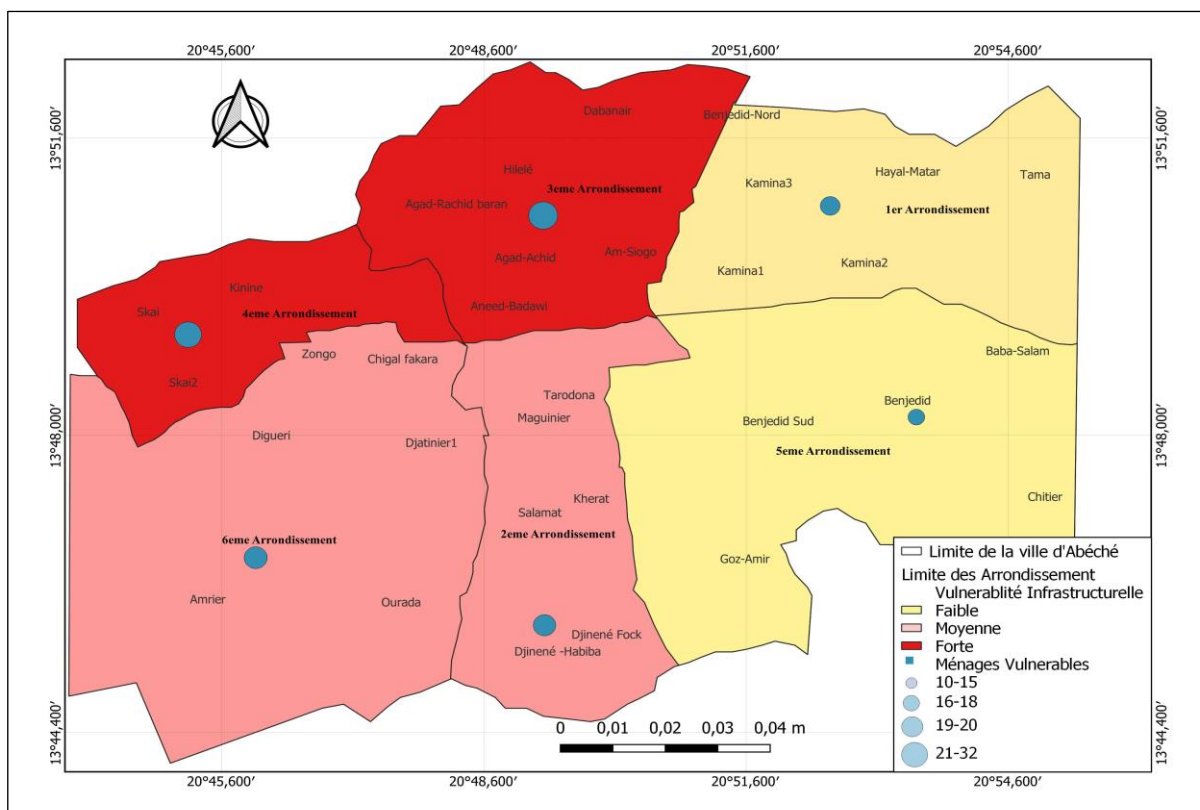


Figure 66: Carte de la vulnérabilité infrastructurelle

Sources : OSM (2021) et enquêtes de terrain (2022)
Scr : datum-wgs84 explorer

Cette matrice de vulnérabilité (tableau 56) est élaboré en tenant compte des facteurs suivants : l’accessibilité des ménages aux routes praticables, le type de moyen transport utilisé par les ménages, la distance des quartiers avec les centres de santé le plus proche, les matériaux de construction et le type de bâtiment, la durée de submersion, la qualité et l’insuffisance des infrastructures des drainages des eaux pluviales, le délai de rétablissement des services publics

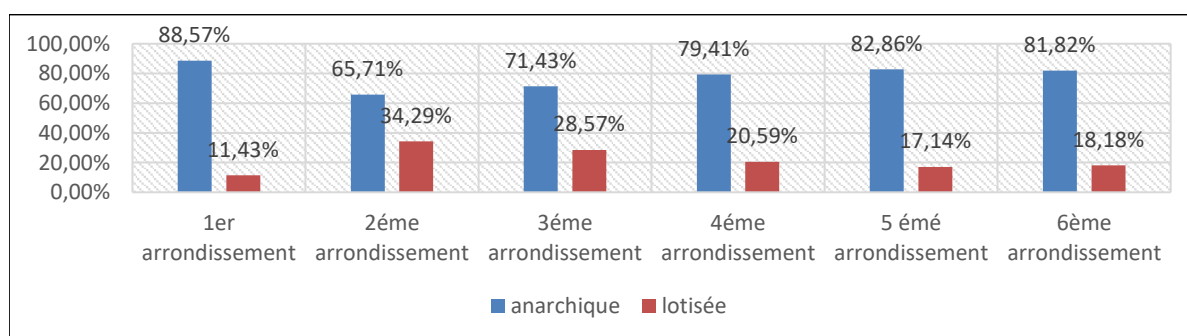
affectés par les inondation et le manque des dépotoirs publics, l'analyse de tous ces facteurs indique que la vulnérabilité infrastructurelle est forte dans 4ème, 3ème et 5ème arrondissements. C'est là où on rencontre plus des ménages vulnérables du fait de la présence des maisons avec des matériaux en argile, leur situation près des drains obstrués par les déchets. L'absence des dépotoirs, et une difficulté d'accessibilité aux services publics pendant les inondations.

2.2 ANALYSE DES FACTEURS INSTITUTIONNELS DE LA VULNERALITE AUX INONDATIONS DANS LA VILLE D'ABECHE.

Les inondations sont un problème récurrent dans la ville d'Abéché. Les infrastructures de drainage sont insuffisantes pour faire face aux fortes pluies, ce qui peut entraîner des inondations et des dégâts matériels importants. Les autorités locales, le service du CADASTRE, les services de réglementation urbaines et les chefs de quartiers sont les principaux acteurs qui interviennent pour limiter ou aggraver la vulnérabilité de la population dans cette ville.

2.2.1 Forme de l'occupation de l'espace comme facteur de vulnérabilité

L'aménagement anarchique est l'une de principales causes des inondations à Abéché. Les constructions sur les rives des *ouadis*, les canaux de drainages des eaux, la fermeture des passages naturelles des eaux sont à l'origine de l'obstruction des écoulements d'eau et les inondations pendant la saison pluvieuse. 78,37% des personnes enquêtées ont indiqué une occupation anarchique de l'espace. C'est dans les quartiers nouveaux qu'on trouve des constructions qui respectent les normes de lotissement 21,63%. Les gens construisent en complicité avec les autorités locales.



Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Figure 67: Forme de l'occupation de l'espace

Tableau 57: Grille de vulnérabilité en fonction de forme de l'occupation de l'espace

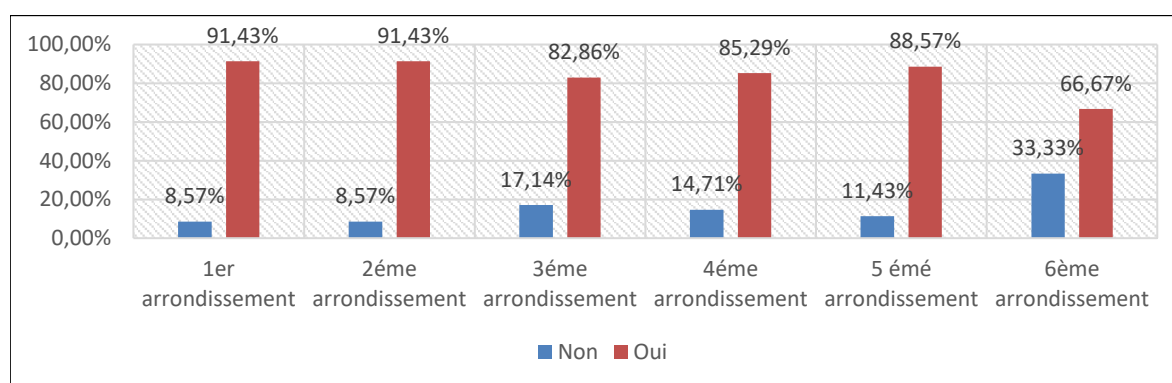
Forme de l'occupation de l'espace	Vulnérabilité (%)			
	Faible	Moyenne	Forte	Total général
Anarchique	9,26	34,57	56,17	100,00
Lotie	51,11	26,67	22,22	100,00

Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Il ressort de ce tableau que la forme de l'occupation de sol explique en grande partie la vulnérabilité de la population aux inondations à Abéché. Il ressort que 56,17% des personnes très vulnérables leur forme d'occupation du sol est anarchique. Les maisons sont construites sans études, les passages d'eau sont fermés, la population a occupé des zones à risque ce qui explique cette vulnérabilité très élevée. 51,11% des ménages non vulnérables se trouvent dans des quartiers loties (Taïba, zongo, Goz-amir), les canaux sont fonctionnels mais obstrués par des déchets ce qui explique la vulnérabilité élevée de certains ménages 22,22% dans ces quartiers.

2.1.1 Qualité de réseaux de drainage comme facteurs de vulnérabilité aux inondations

Le graphique ci-dessous montre la qualité des drains dans les arrondissements de la ville. Il ressort de ce graphique que plus de 65% des drains sont obstrués que ce soit par des déchets, des sables ou des habitations ce qui ne permet pas la circulation des eaux pendant la saison pluvieuse et augmente la vulnérabilité de la population.



Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Figure 68: Obstruction des réseaux de drainage par les habitations

Tableau 58 : Grille de vulnérabilité en fonction d'obstruction des réseaux de drainage

Obstruction des réseaux de drainage par les habitations	Vulnérabilité (%)			
	Faible	Moyenne	Forte	Total général
Non	3,13	37,50	59,38	100,00
Oui	54,29	13,71	32,00	100,00

Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Cette grille de vulnérabilité montre que 59,38% des personnes sont vulnérables. Les canaux qui se trouvent dans leur localité sont obstrués contre 54,29% non vulnérables, car elles se trouvent dans les zones où les canaux sont non obstrués. 32% des personnes très vulnérables se trouvent dans les zones où les canaux sont non obstrués, cette vulnérabilité s'explique par le sous dimensionnement des canaux, la proximité de ces maisons ainsi que leur nature de construction.

2.1.2 Mauvaise gouvernance locale facteur accélérateur de vulnérabilité

Les politiques et mesures prises pour règlementer l'utilisation de terre, type de construction, sont limitées et cela est dû aux facteurs tels que manque de capacité technique, la corruption et le manque de coordination entre les différents acteurs. Les personnes possédant des moyens construisent et ferment les passages d'eau en complicité avec les autorités locales. Les terrains sont vendus de façon traditionnelle par les chefs de quartiers, et les autres autorités traditionnelles. Les terrains sont aussi obtenus par héritage. Les autorités manquent des compétences pour intervenir et régler la construction des maisons, elles n'arrivent pas à empêcher le dépôt de déchet dans la rue et canaux et tout ceci augmente la vulnérabilité de la population en cas d'inondation. Il est important que les autorités locales travaillent en collaboration avec les communautés locales, les organisations des sociétés civiles, les autorités traditionnelles et les partenaires de développement pour élaborer et mettre en œuvre des stratégies efficaces de préventions et des gestions des inondations. Les entretiens et les enquêtes ont indiqué que certains projets de réalisations des dispositifs des protections sont détournés par les responsables en complicité avec les autorités locales.

Cette vulnérabilité s'explique par le fait que, la population construit dans des zones à risque mais ne respecte pas les normes des constructions compte tenu de l'incompétence des organismes chargées d'attribution de terrains à bâtir en zone urbaine.

2.1.3 EVALUATION DE LA VULNERABILITE INSTITUTIONNELLE

Tableau 59: Matrice de vulnérabilité institutionnelle

Arrondissement	Exposition	Capacité d'adaptation	Nombre de ménages vulnérables	Indice de vulnérabilité	Degré de vulnérabilité
1er	35	11	24	1	Forte
2ème	35	9	26	1	Forte
3ème	35	2	33	1	Forte
4ème	35	16	19	2	Moyenne
5ème	35	25	10	3	Faible
6ème	35	10	25	1	Forte
Total général	210	73	137/210	1	Forte

Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Cette grille a été élaborée en tenant compte des facteurs suivants : l'occupation anarchique de l'espace, la mauvaise qualité de réseaux de drainage, ainsi que la gouvernance locale. Cette grille de vulnérabilité montre que, la vulnérabilité institutionnelle est très forte dans le 1^{er}, 2ème, 3ème et 6ème arrondissement compte tenu des construction anarchiques, l'occupation rapide des berges et lits des *ouadis*, l'obstruction des canaux de drainage des eaux pluviales et l'absence de gouvernance chargé de la résolution de ce problème ne fait amplifier la situation et augmenter la vulnérabilité de ces ménages aux inondations pendant la saison pluvieuse. Elle est moyenne dans le 4ème arrondissement et faible dans le 5ème arrondissement.

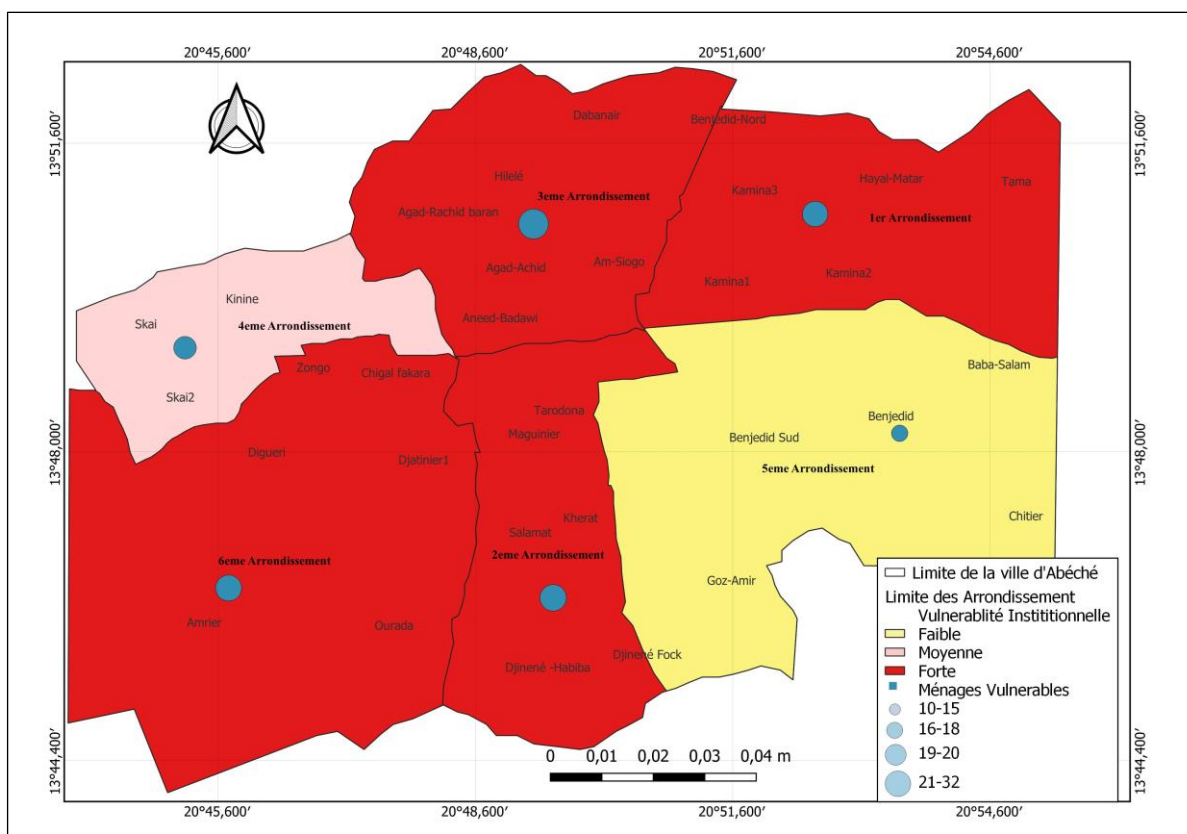


Figure 69: Carte de la vulnérabilité institutionnelle

Sources : OSM (2021) et enquêtes de terrain (2022) Scr : datum-wgs84 explorer

2.2 Synthèse de la vulnérabilité

Tableau 60: Synthèse globale de la vulnérabilité

Vulnérabilité	Exposition	Capacité d'adaptation	Nombre de ménages vulnérables	Indice de vulnérabilité	Degré de vulnérabilité
Sociale	210	86	124	1	Forte
Économique	210	70	140	1	Forte
Infrastructurelle	210	86	124	1	Forte
Institutionnelle	210	73	137	1	Forte
Total moyenne	210	79	131/210	1	Forte

Sources : Enquêtes de terrain, Septembre 2022

Le tableau nous montre que sur 210 ménage enquêtées, 131 sont fortement vulnérables aux inondations dans la ville d'Abéché. La vulnérabilité économique est celle la plus élevée (140/210) suivie de la vulnérabilité institutionnelle (124/210) et après économique et sociale (124/210). En définitive, la vulnérabilité de la ville d'Abéché face aux inondations est très forte

CONCLUSION

En somme, dans ce chapitre, il était question d'identifier les facteurs d'exposition et de sensibilité de la ville d'Abéché aux risques. Il ressort que les inondations ont un impact considérable sur la population, sur leurs activités économiques, l'agriculture, l'élevage et sur l'environnement. Face à cela, les ménages sont très vulnérables. Leur vulnérabilité se manifeste par des destructions des maisons, des boutiques, des hangars, des pertes des marchandises, destruction des infrastructures et sur la santé des personnes. L'analyse de la vulnérabilité montre que la vulnérabilité sociale est élevée dans la 1^{er}, 3^{ème} et 4^{ème} arrondissement compte tenu de leur revenu limité avec des charges élevées et un niveau d'instruction très bas. Concernant La vulnérabilité économique, elle est élevée dans les 1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} arrondissements compte tenu de proximité des activités près et dans les lits des *ouadis*. Les marchés se trouvent dans les lits des *ouadis* ce qui augmentent leur vulnérabilité pendant la saison pluvieuse. Pourtant la vulnérabilité infrastructurelle est élevée dans les 3^{ème}, 4^{ème} et 5^{ème} arrondissements et cela est dû aux difficultés d'accessibilité à une route praticable pendant les inondations, la présence des constructions en argile, le manque des infrastructures de drainages et absence des dépotoirs dans ces arrondissements, ce qui rend les ménages très vulnérables lors des inondations. Par contre La vulnérabilité institutionnelle est élevée dans les 1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème} et 6^{ème} arrondissements compte tenu de l'occupation anarchiques de l'espace, les maisons sont construites sans le respect des normes de l'urbanisme, l'occupation rapide des zones à risque, l'obstruction des canaux par des déchets et la mal gouvernance sont les facteurs explicatifs de la vulnérabilité institutionnelle élevée dans ces arrondissements. En fin le 3^{ème} et 4^{ème} arrondissement restent le plus vulnérables compte tenu des occupations des berges des *ouadis*, la faiblesse des pentes qui ralenties les écoulements des eaux, la densité des réseaux hydrographiques indiquent que ces arrondissement leur vulnérabilité physique est très élevée.

Les résultats obtenus sont ceux que nous attendions. Les inondations ont fragilisé la vie de la population à travers la destruction des maisons, déstabilisation des activités économique à travers la destruction des hangars, des boutiques et emportement des marchandises. Les inondations ont dégradé les infrastructures routières, sanitaires et ont causé des morts, des blessées et de déplacées. La vulnérabilité de la population dans la ville d'Abéché est très élevée. Notre résultat rejoint celui de VISSIN (2007), dans l'impact de la variabilité climatique et de la dynamique des états de surface sur les écoulements du bassin béninois Les conséquences des inondations sont catastrophiques ; on assiste à une destructions des habitations liée aux érosions des berges, fréquences des maladies hydriques et les inondations ont limité l'accessibilité de la populations aux services de bases ce qui augmentent la fragilité des populations du bassins béninois lors des inondations. Nos résultats ont montré que la vulnérabilité de la population est très élevée. Ces résultats vont dans le même sens que pour Tchad (2014), qui indique que le Tchad est très vulnérable face aux risques d'inondation surtout associés aux changement climatique.

CHAPITRE 3 : ADAPTATIONS AUX IMPACTS DES INONDATIONS DANS LA VILLE D'ABECHE

INTRODUCTION

Ce chapitre a pour objectif d'identifier les mesures d'adaptation à l'œuvre afin de dégager les besoins en adaptation de la ville d'Abéché face aux inondations. Ce chapitre répond à la question : quels sont les mesures et les besoins d'adaptation de la ville d'Abéché aux risques d'inondation ? Il est question aussi de vérifier notre hypothèse que, Les mesures d'adaptations aux risques d'inondation dans la ville d'Abéché ont besoin d'être améliorées. Les questions adressées aux ménages, les observations du terrain, les entretiens avec les services de la mairie, du CADASTRE sont les bases de ce chapitre, et sans oublier aussi les rapports des ONG, du ministère de l'environnement, de l'Aménagement et de santé, ont été un atout. Les mesures prises par la population sont limitées, parfois aggravant leur situation aux risques. La commune ne dispose pas des moyens nécessaires pour résoudre ce problème qui cause des dégâts ces dernières années.

3.1 APERÇU DES IMPACTS DES INONDATIONS DANS LA VILLE D'ABECHE

Les inondations ont un impact non considérable sur la vie de la population, sur leur bâti, leurs activités, leur déplacement ainsi que sur leur santé. Dans la ville d'Abéché, les inondations se manifestent par la stagnation des eaux ; écroulement des maisons ; destructions des boutiques, lenteur de circulation ; arrêt des activités ; et un impact non considérable sur la santé de la population à travers, les maladies, les décès, les blessures. Les inondations de ces dernières années ont touché tous les secteurs qui seront présentés dans cette partie.

Tableau 61: Impact des inondations perçu par les ONG à Abéché

Date	Ménages sinistrés	Morts	Blessées	Maisons détruites	Maisons inondées	Dégâts matériels	Source
Inondation de 6/août/2021	857	2	10	50	500	60% des forages endommagés	CLUSTER 2021
Inondation de 16/juillet/2020	1278	-	-	-	-	100 têtes de bétails disparus	OCHA 5/août/2022

Ce tableau nous donne un aperçu sur les impacts des inondations de 6/août/2021 et 16/juillet/2020 dans la ville d'Abéché.

3.1.1 Impacts des inondations sur le bâti

Les inondations ont affecté le bâti, détruit des maisons, des murs, faire tomber les toilettes, en plus la stagnation des eaux fragilise le bâtiment alors sur 208 personnes enquêtées, 159 personnes ont indiqué que leurs maisons ont été inondées et 49 ont indiqué le contraire compte tenu de leur éloignement des sources de risque. Les inondations ont causé des

dommages aux bâtiments en raison de la pression exercée par l'eau des *ouadis* sur les murs et les fondations. L'eau fragilise les matériaux de construction, et provoquer des fissures qui peuvent engendrer des dommages.

Tableau 62: Impacts des inondations sur les bâtis

Arrondissements	Murs/maisons / toilettes détruits	Coût moyen estimés par les concernés	Temps de réparation estimé par les concernés
1er arrondissement	18	30 millions de FCFA	2 mois
2ème arrondissement	8	8 millions de FCFA	20 jours
3ème arrondissement	26	45 millions de FCFA	5 mois
4ème arrondissement	20	28 millions de FCFA	3 mois
5ème arrondissement	10	12 millions de FCFA	1 mois
6ème arrondissement	14	20 millions de FCFA	3 mois
Total général	96	143 millions de FCFA	14 mois et 20 jours

Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Ce tableau nous montre les impacts des inondations sur les bâtis à différentes échelles. Les enquêtes de terrain ont montré que les personnes le plus touchées sont celles du 3ème et 4ème arrondissements. Ces impacts sont ressentis par la population de différentes manières. Il y a écroulement des murs, des chambres, des toilettes et tout cela nécessite des moyens financiers pour être reconstruits. Les enquêtes ont démontré aussi que le temps de réparation fonction de niveau de vie des ménages et en fonction aussi du degré du choc. Les chiffres sur le tableau (62) concernent la moyenne par arrondissement. Le choc est plus ressenti dans le 1^{er}, 3ème et 4ème arrondissement compte tenu de leurs localisations près des *ouadis*, ainsi que les types des matériaux de constructions non durables. Il y a 96 maisons/toilettes/murs touchés par les inondations à Abéché selon notre enquête auprès des ménages.

Tableau 63: Répartition des répondants à Abéché

Arrondissements			Total général
	Non	Oui	
1er arrondissement	8	27	35
2ème arrondissement	8	27	35
3ème arrondissement	1	34	35
4ème arrondissement	8	26	34
5ème arrondissement	13	22	35
6ème arrondissement	11	23	34
Total général	49	159	208

Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Ce tableau nous montre le nombre des maisons inondées par arrondissement dans la ville d'Abéché. Il ressort de notre analyse que sur 208 personnes enquêtées, 159 ont confirmé que leurs maisons ont été inondées contre 49, dont leurs maisons n'ont pas été inondées. On

observe aussi que dans le 3eme arrondissement sur 35 personnes, 34 personnes leurs maisons sont inondées.



Source : Délégation provinciale du Ouaddaï

Photo 5: Maison inondée à Abéché

Cette photo nous montre une maison inondée, les eaux sont stagnées empêchant ainsi au ménage d’y habiter. Les inondations ont fragilisé la vie de la population, leur obligeant à se déplacer. La stagnation des eaux aura un impact sur le bâti et la santé de la population.

3.1.2 Impact des inondations sur la mobilité des personnes

Dans la ville d’Abéché, la population subit d’énormes perturbations pendant les inondations. La mobilité est aggravée par le mauvais état des infrastructures routières, par manque d’informations, les gens ont construit en barrant le passage à l’eau ce qui aggrave encore la vulnérabilité de la population pendant les inondations.

Tableau 64: Perception des impacts sur la mobilité pendant les inondations à Abéché.

Arrondissements	Difficile	Facile	Très difficile	Total général
1er arrondissement	19	7	9	35
2ème arrondissement	18	5	12	35
3ème arrondissement	13	2	20	35
4ème arrondissement	15	9	10	34
5ème arrondissement	24	2	9	35
6ème arrondissement	25	1	8	34
Total général	114	26	68	208

Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Ce tableau nous met en exergue l’état de mobilité des personnes enquêtées à Abéché. Il ressort de ce tableau que 114 personnes confirment une mobilité difficile due à l’état des routes et au manques des ponts reliant les quartiers. 68 leur mobilité est très difficile compte tenu de leur enclavement par des *ouadis* ; et cela concerne tous les arrondissements mais le cas de la population du 3eme arrondissement est plus grave compte tenu même de leur localisation près

des *ouadis* et même affirment certains que parfois c'est difficile de regagner la maison si on se trouve de l'autre côté de la ville. Certains ont confirmé une mobilité facile compte tenu de leur éloignement des *ouadis* et leur accessibilité facile aux routes praticables pendant les inondations.



Source : *Alwihda.info*

Photo 6: Rakcha pris par l'eau à Abéché

Dans cette photo, on observe un Rakcha (engin à trois roues) pris par l'eau. Pendant les inondations la population a de difficulté à se déplacer par manque des ponts surtout dans les quartiers enclavés par des *ouadis* et de petits ravins empêchant ainsi la circulation des biens et des personnes.

3.1.3 Impacts des inondations sur les activités économiques à Abéché

Les inondations ont fragilisé l'économie de la ville d'Abéché. Les inondations détruisent le hangar, les boutiques, emportent les marchandises. L'érosion des berges des *ouadis* provoque chaque année d'énormes dégâts économiques : écroulement des boutiques. Les inondations déstabilisent le fonctionnement des petits marchés, augmentant ainsi la vulnérabilité de la population. Les inondations ont limité la croissance économique de la ville à travers la rupture des transports ce qui implique une rupture des activités. Les inondations ont touché les marchés, les restaurants, les sites de fabrications des briques, la perte des marchandises, la perte d'argent et la rupture de transport.

Il est aussi à souligner que presque tous les marchés de la ville se trouve dans les lits majeurs des *ouadis* : le marché central (presque la grande partie se trouve dans le lit de *ouadis Amsoudourié*), le marché de *Ridjil* (qui se trouve totalement dans le lit de *ouadis Amkamil*) et d'autres petits marchés hebdomadaires sont aussi localisés dans les lits des *ouadis*. La déstabilisation des marchés passe par la destruction des hangars, exportation des marchandises et difficulté d'accès.

Tableau 65: Perception des impacts des inondations sur les activités à Abéché

Arrondissement	Non	Oui	Total général
1er arrondissement	9	26	35
2ème arrondissement	3	32	35
3ème arrondissement	5	30	35
4ème arrondissement	10	24	34
5ème arrondissement	6	29	35
6ème arrondissement	4	30	34
Total général	37	171	208

Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Ce tableau montre l'impact des inondations sur les activités. Il ressort de notre analyse que, sur 208 personnes enquêtées, 171 affirment qu'ils ont subi des perturbations lors des inondations ; pourtant 37 personnes affirment que les inondations n'ont pas touché leurs activités. Parmi les personnes interrogées 150 travaillent loin de leur lieu d'habitation ce qui peut accentuer les pertes lors des inondations.



Source : Délégation provinciale du Ouaddaï

Photo 7: Grand marché inondé à Abéché

Une grande partie de grand marché de la ville d'Abéché se trouve dans le lit de *ouadis*. Cette photo nous montre des hangars envahis par l'eau. Pendant la saison pluvieuse ces commerçants subissent des pertes énormes et surtout si ces phénomènes se produisent pendant la nuit. Pendant la saison pluvieuse les boutiques situées dans le lit et près des cours d'eau subissent des dégâts énormes. Le plus grand problème réside au niveau de la prévision, car ces *ouadis* sont alimentés par des sources externe et on peut assister à des apports sans que la ville enregistre des précipitations ce qui amplifient encore les dégâts. En plus, les constructions en matériaux non durables (bois, paille, carton...) dominant dans les zones près de cours d'eau. Les commerçants subissent chaque année des pertes économiques énorme surtout ceux qui vendent les habits et les produits en poudre. Les tissus et les produits en poudre (farine, sucre, sels...) sont vulnérables à l'humidité et au contact des eaux.



Source : Alwihda info

Photo 8: Marché Taradona englouti par les eaux

Cette photo nous montre l'état de marché Taradona pendant la saison pluvieuse. Compte tenu des insuffisances des canaux d'évacuation des eaux. Ces eaux empêchent le bon fonctionnement de marché, rendant ainsi les quartiers environnants très vulnérables. Les canaux existants sont sous dimensionnés et obstrués, lors d'une forte crue, l'eau déborde et se déverse vers les hangars détruisant ainsi les marchandises et empêche le bon fonctionnement du marché.



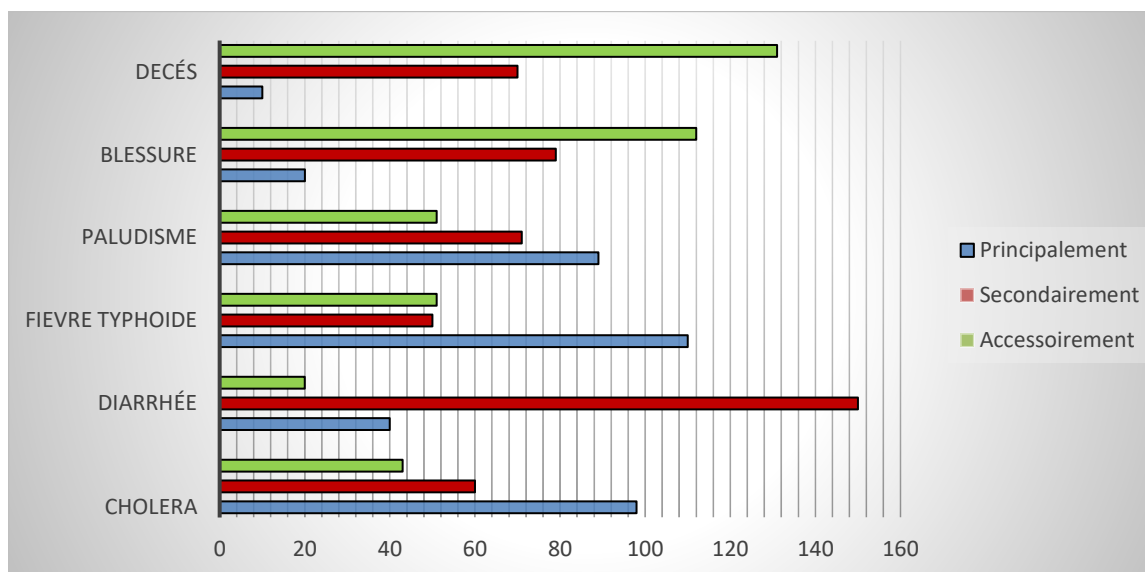
Source : Délégation provinciale du Ouaddaï

Photo 9: Site de fabrication des briques (briqueterie) inondé à Abéché

Cette photo nous montre une briqueterie inondée, induisant un arrêt des activités de fabrication. Les eaux sont stagnées, empêchant le fonctionnement des activités amplifiant ainsi des pertes économiques, des chômages dans la ville. Beaucoup de jeunes se lancent dans cette activité pour prendre en charge leur famille, mais compte tenu de cette rupture causée par ces inondations, la pratique de toutes activités sera impossible durant plusieurs mois ce qui engendre un problème économique et social augmentant ainsi la vulnérabilité de la population.

3.1.4 Impact des inondations sur la santé des personnes

Les inondations ont un impact non considérable sur la santé des personnes. Les eaux stagnantes contribuent à augmenter significativement le taux des maladies d'origine hydrique. Nos enquêtes auprès de la population ont révélé 6 cas de décès répartis dans 3 arrondissements dont 2 cas dans le 1^{er} arrondissement, 1 cas dans le 2^{eme} arrondissement et 3 cas dans le troisième arrondissement et il y a eu 10 blessés (selon le rapport cluster 2021). Les maladies telles que le paludisme, la fièvre typhoïde, la diarrhée, le choléra sont des maladies qui menacent en grande partie la santé de la population. Dans la ville d'Abéché. Certains ménages ont subi des accidents de circulation pendant les inondations liées aux états des infrastructures pendant les inondations. D'autres affirment que les inondations les ont obligés à se déplacer, ce qui a engendré des problèmes de santé chez les enfants.



Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Figure 70: Impacts des inondations sur la santé des personnes

Ce graphique montre l'impact des inondations sur la santé des personnes. Les inondations sont les sources de plusieurs maladies dans la ville d'Abéché, nous avons le paludisme, la fièvre typhoïde, la diarrhée, le choléra. Les inondations ont généré aussi des pertes en vies humaines, des blessés ce qui a un impact négatif sur la santé des personnes. 110/210 personnes enquêtées ont indiqué que la fièvre typhoïde est la maladie la plus observée dans la ville d'Abéché et ceci est dû aux stagnations des eaux pendant plusieurs jours, à la pollution des nappes. Selon la perception de la population les maladies telles que le choléra, le paludisme sont dû aussi à l'augmentation des pluies observées ces dernières années. Les inondations ont

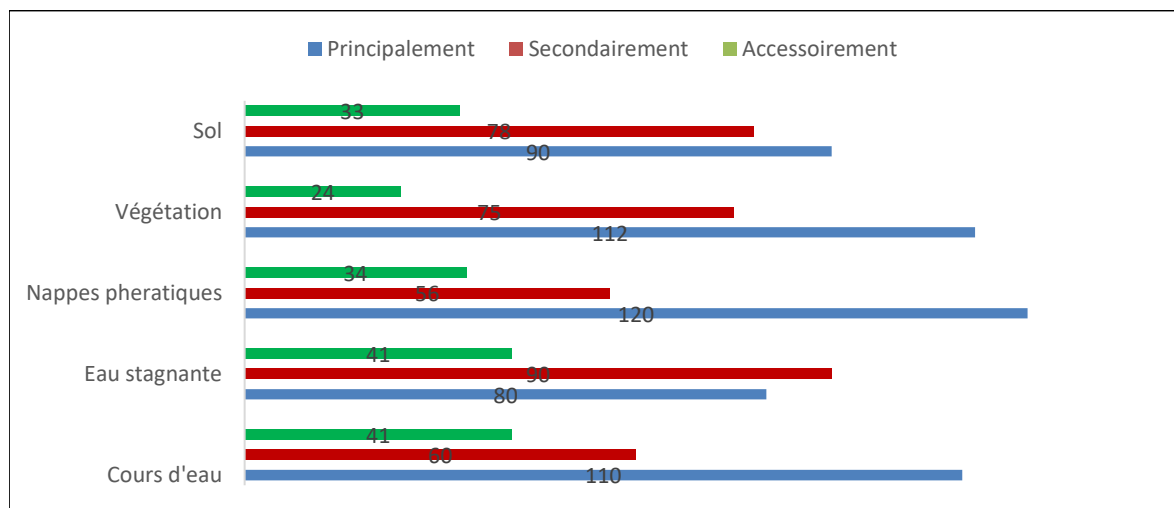
causé des décès, des blessés, le troisième maire Adjoint Daoud Doungous affirme que « *les inondations ont emportées un gardien, tuées un enfant dans le 4eme Arrondissement* ». Les personnes enquêtées ont expliqué que les inondations ont fait tomber des murs, des toilettes, des chambres sur des personnes pendant le 16/Août/2021 dans le 3eme arrondissement causant des blessées et des maladies.

3.1.5 Impacts des entités aux inondations

Cette partie montre la perception de la population de la ville d'Abéché sur l'effet des inondations sur les infrastructures, l'agriculture, l'élevage, les activités économiques, et les écosystèmes. La santé des personnes et les infrastructures ont connu des impacts négatifs le plus élevé suivi des activités économiques, de l'agriculture de l'élevage et des écosystèmes à travers les inondations, les vents violents, la dégradation des routes, la multiplication des moustiques, l'écroulement des maisons. Certaines personnes ont indiqué que le climat a un impact positif sur l'agriculture et les écosystèmes.

3.1.5.1 Impacts des inondations sur les éléments des écosystèmes à Abéché

Les enquêtes ont démontré à travers la perception de la population que les nappes phréatiques sont le plus exposées aux inondations (120/210) et ceci s'explique par la perception des populations sur l'augmentations des maladies liées l'eau (le paludisme, la diarrhée). La population indique une pollution des eaux. La végétation est la plus exposée (112/210), les eaux courantes cassent et emportent les branches des arbres. Les *ouadis* sont aussi exposés (110/210) et ceci passe par l'ensablement, les dépôts des déchets et l'érosion des berges. On constate une dégradation élevée du sol (90/210). Dans la ville d'Abéché les inondations ont causé un grand impact sur l'environnement.

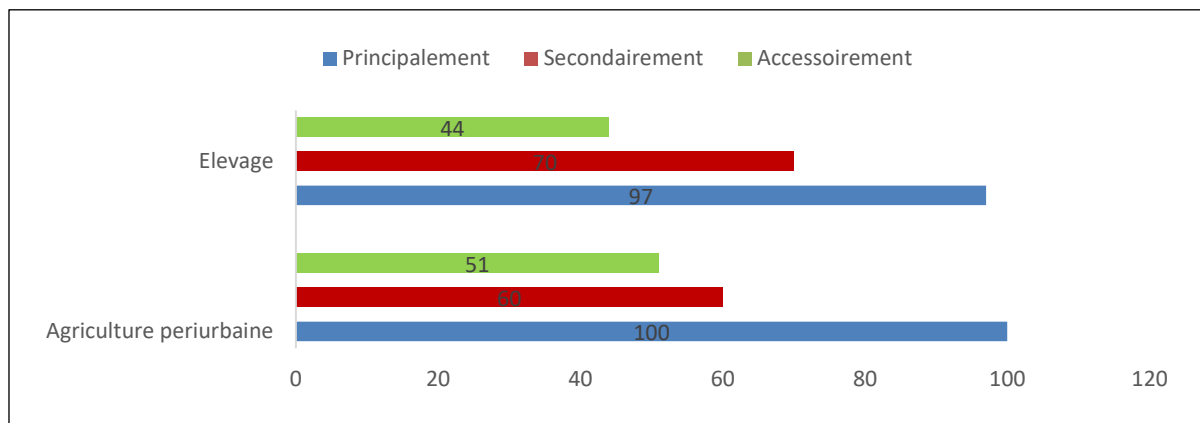


Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Figure 71 : Perception sur les impacts des éléments des écosystèmes aux inondations

3.1.5.2 Impact des inondations sur l'agriculture périurbaine et l'élevage

Le graphique ci-dessous indique l'impact des inondations sur l'agriculture périurbaine et l'élevage. Les jardins qui se trouvent au bord de ouadis sont plus exposés aux phénomènes d'ensablement, des destructions des champs, des pertes des cultures. La limite de croissance des cultures induit une baisse de production. Les ovins, bovins et volaille sont aussi sujets aux inondations par, rupture de déplacement, maladies et rupture des productions.

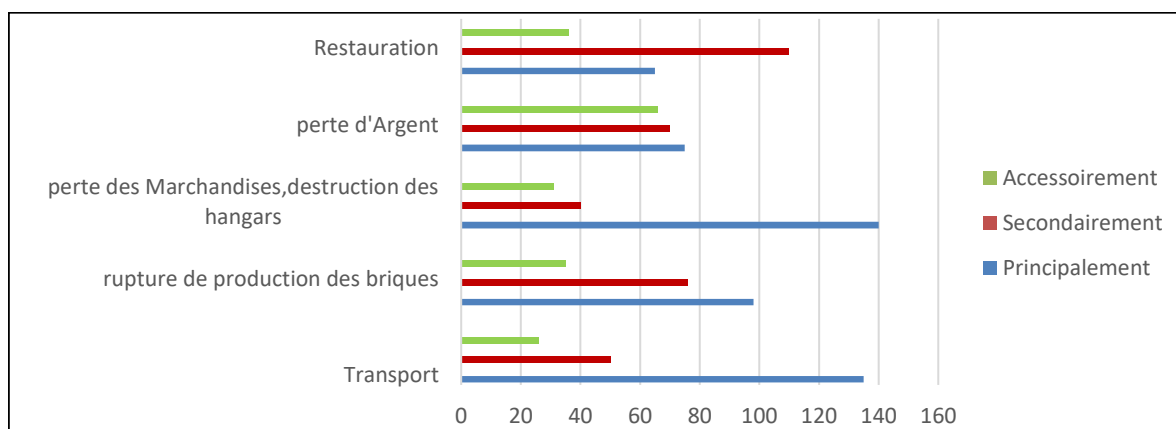


Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Figure 72: Impact et exposition de l'agriculture périurbaine et élevage aux inondations

Ce graphique nous met en exergue l'exposition de l'agriculture péri-urbaine et de l'élevage aux inondations dans la ville d'Abéché. 100/210 personnes enquêtées ont indiqué que les inondations sont responsables de l'ensablements des jardins, des champs, destruction des cultures et baisse de la production de cultures maraîchères à Abéché. Les jardins sont exposés à l'érosion par élargissement des berges. L'élevage domestique est aussi influencé par les inondations (97/210) personnes enquêtées ont indiqué que pendant la saison pluvieuse la stagnation de eaux empêche la mobilité de bétail, détruisent les foins et favorisent les maladies. La population est obligée d'acheter les résidus des nourritures pour la survie de leur bétail.

3.1.5.3 Impact des activités économiques aux inondations à Abéché.



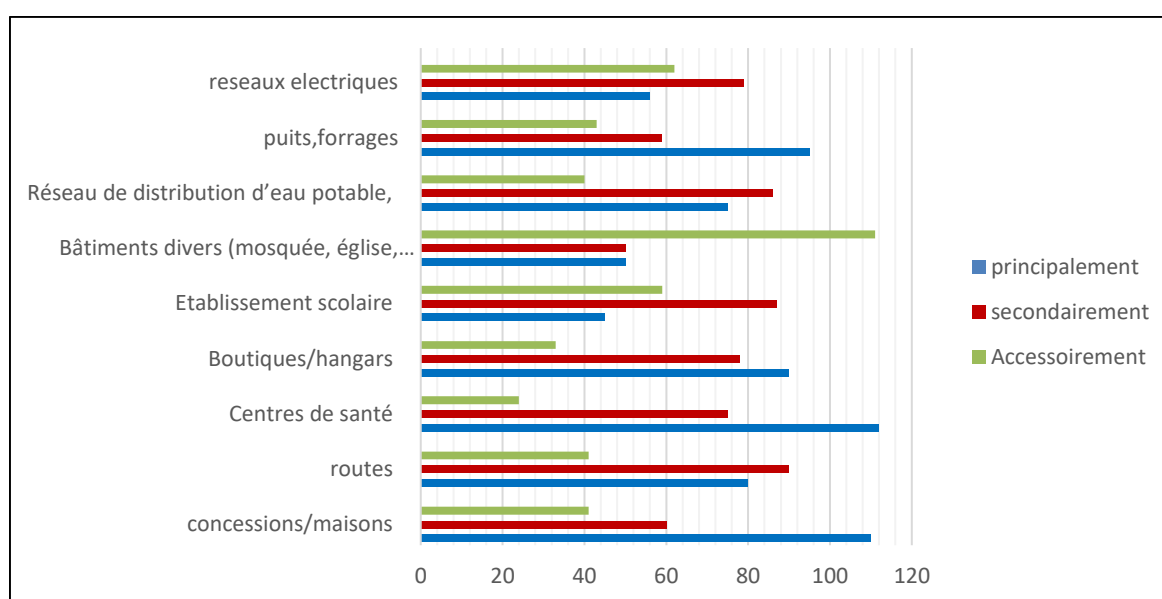
Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Figure 73: Impact et expositions des activités économiques

Ce graphique nous montre l'exposition des secteurs économiques aux inondations. En effet les inondations ont un grand impact sur le secteur de transport à travers la destruction des infrastructures routières, suivi par la destruction des hangars, des boutiques et des pertes des marchandises. Les inondations ont aussi un impact sur la restauration, la fabrication des briques à travers la stagnation des eaux ce qui engendre une rupture des activités.

3.1.5.4 Impacts des infrastructures aux inondations dans la ville d'Abéché

Le graphique ci-dessous nous montre l'effet des inondations sur les infrastructures. Les inondations ont un impact sur les bâtis, détruisant ces derniers, entraînant des écroulements des maisons. Les centres des santés, les puits et forages, les réseaux électriques, les réseaux de distribution des eaux potables, les établissements scolaires, les routes, les inondations ont fragilisé l'état des routes causant des accidents.



Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Figure 74: Impact et expositions des infrastructures aux inondations

3.2 MESURES D'ADAPTATION AUX INONDATIONS DANS LA VILLE D'ABECHE

3.2.1 LES MESURES ADOPTÉES PAR LES POPULATIONS

Face aux multiples problèmes rencontrés, les habitants sont obligés de mettre en place un certain nombre des stratégies d'adaptation locales.

3.2.1.1 Utilisation de remblai pour empêcher la stagnation des eaux

Le remblai est le système d'adaptation le plus utilisé par la population de la ville d'Abéché. Cette méthode consiste à procéder par le terrassement en mettant du sable en quantité importante pour élever le niveau de terrain. Sur 210 personnes enquêtées 47,12% utilise cette méthode car, elle est moins couteuse compte tenu de l'abondance de sable et à courte distance. Certains ménages entassent des ordures, des briques cuites et mettent un peu des sables ou argiles pour élever leurs cours et faciliter la perméabilité des eaux, puisque selon eux, le remblai

fait à base de sable sans mélange est facilement transportable par les eaux pendant la saison pluvieuse.

Dans notre zone d'étude, le remblaiement des cours des maisons et rues se fait par des matériaux tels que le sable, la terre, la latérite et des déchets inertes (les ordures ménagées). Ces stratégies de lutte sont faites afin d'égaliser le terrain et faciliter la circulation rendue très difficile pendant la saison pluvieuse. Elle est mise en place au début de la saison pluvieuse.

3.2.1.2 Pavage la cour de la maison

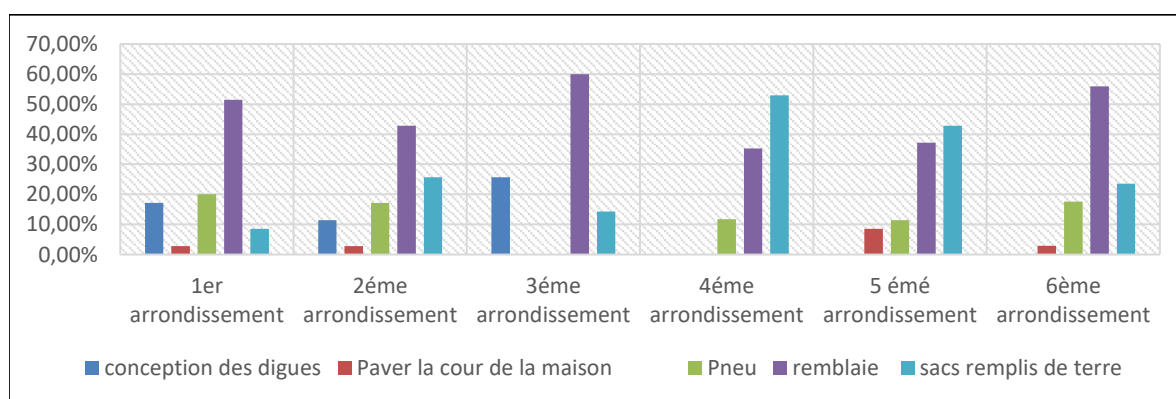
Cette méthode est moins utilisée par la population. Elle est coûteuse et nécessite de moyens dont la population ne dispose pas. Sur 210 personnes enquêtées seulement 2,88% utilise cette méthode.

3.2.1.3 Construction des digues

Cette méthode consiste à construire une élévation avec des terres en argile pour canaliser ou protéger contre les eaux des pluies. Cette méthode est observée au niveau de la population habitant près des berges et dans le lit de *ouadis*. Sur 210 personnes enquêtées 9,13% de la population utilise cette méthode pour se protéger contre les inondations. Les personnes enquêtées ont souligné que les digues sont moins efficaces en cas de débordement des *ouadis*. Elle est fondée essentiellement sur l'utilisation des mesures locales et structurelles et par les moyens et outils disponibles.

3.2.1.4 Utilisation des sacs remplis de terres

Cette méthode consiste à remplir les sacs des sables ou d'argiles pour construire un passage et empêcher aussi la stagnation des eaux. Elle est utilisée aussi pour empêcher l'entrée des eaux dans la maison. Sur 210 personnes enquêtées, 27,88% utilisent cette méthode traditionnelle pour s'adapter. Ce système est observé au niveau des quartiers segmentés par des *ouadis*.



Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Figure 75: Stratégies d'adaptations au niveau des ménages

Ce graphique nous montre les méthodes utilisées par la population pour s'adapter contre les inondations. Sur 210 enquêtées 98 personnes utilisent le remblai pour lutter contre les inondations, 19 personnes utilisent le digue, 58 personnes utilisent les sacs de ciment, 27 personnes utilisent les pneus et 6 personnes ont pavé leur maison pour faciliter l'infiltration des

eaux. Le système le plus répandue pour lutter contre la stagnation des eaux à Abéché est le remblai, compte tenu de l'abondance des terres et facilement accessible.

3.2.1.5 Évacuation des eaux de lieu d'habitation et curage des canaux

La population pour lutter contre la stagnation des eaux, évacue les eaux en creusant des petits canaux de drainage des eaux. Les jeunes des quartiers curent et nettoient les canaux afin de faciliter la circulation des eaux. Les jeunes utilisent des moyens traditionnels pour résoudre le problème de drainage compte tenu de manque d'entretien et de suivi par la commune.



Source : Adelmaoula enquête de terrain, 2022.

Planche 5: Curage et nettoyage des canaux par la population

3.2.1.6 Construction des fondations des murs avec des pierres taillées(melons)

La population située près des berges des cours d'eau, pour se protéger, construit des murs en béton. Cette mesure leur permet de se protéger contre l'érosion et les inondations.



Source : DJEBE M., juin 2022

Planche 6: Vues partielles des constructions en pierres des maisons et d'un terrain de sport contre l'érosion le long des *Ouadis*

Les matériaux utilisés pour construire les fondations de ces murs sont en pierres taillées appelées aussi moellons et du ciment. Sur ces vues, apparaît un affleurement granitique, témoin de la vitalité des Ouadis. En effet, les crues annuelles des Ouadis sont à l'origine du transport massif des particules qui met à nu les structures sous-jacentes et fragilise la base des bâtisses. Pour stabiliser les berges dont la dégradation menace les infrastructures publiques et privées ; les blocs de pierres sont disposés les uns sur les autres et immobilisés au moyen d'un grillage comme l'illustre la photo n° 2. En fonction de la longueur des berges et surtout de l'intensité de l'érosion, la protection des berges érodés mobilise d'importants moyens techniques, financiers et matériels. Cependant, ces moyens ont une efficacité limitée à cause de la périodicité des crues et de la force du débit. L'impact des Ouadis ne se limite pas seulement aux berges et à quelques infrastructures. Il s'étend à d'autres secteurs et représente une source évidente de dégradation de l'environnement.

3.2.2 LES MESURES ADOPTEES PAR LES COMMERÇANTS

Face à leur localisation dans les zones à risque, les commerçants et pour assurer les fonctionnements de leurs activités pendant la saison pluvieuse adoptent des stratégies pour lutter contre les inondations des boutiques.

3.2.2.1 Elévation des fondations des boutiques

Les commerçants soucieux des pertes économiques et des perturbations ou arrêts de fonctionnement dû aux stagnations des eaux et emportement des marchanties élèvent à fondation de leurs boutiques pour empêcher l'entrée des eaux.



Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Photo 10: Boutiques construites avec des fondations élevées

3.2.2.2 Utilisation des pneus

Cette méthode est utilisée par les commerçants, pour lutter contre l'entrée des eaux dans leurs boutiques. Elle consiste à construire une élévation de quelques centimètres du sol avec des pneus, 12,98% des personnes enquêtés utilisent cette méthode pour adapter aux inondations. Cette méthode permet aussi aux commerçants d'y mettre des marchandises sensibles afin d'éviter qu'ils soient touchés par l'eau.

3.2.3 LES MESURES ADOPTEES PAR LA COMMUNE

La commune de la ville d'Abéché est l'acteur principale des gestions des inondations à Abéché. Dans la plupart des villes au Tchad, et notamment dans la ville d'Abéché, on rencontre une organisation des services municipaux classique, avec entre autre des services techniques regroupant la voirie, l'hygiène et l'assainissement. L'intervention des communes dans la gestion de l'environnement urbain porte essentiellement sur :

Tableau 66: Actions de la commune pour lutter contre les inondations à Abéché.

Actions	
La commune de la ville d'Abéché	La collecte, le transport des ordures ménagères et autres déchets solides
	Le curage des canaux, collecteurs, fossés et caniveaux des eaux pluviales
	Le désherbage et le débroussaillage des voies et places publiques
	Le nettoyage des marchés
	La police d'hygiène municipale
	La pulvérisation des zones affectées
	La sensibilisation des délégués des arrondissements

Sources : Enquêtes de terrain, septembre 2022

3.2.3.1 Curage et nettoyage des canaux d'évacuation d'eau et des rues

Pour pallier la question d'inondation occasionnées par les eaux des pluies, l'équipe de la commune d'Abéché débarrasse les caniveaux de tous les déchets empêchant la circulation des eaux. La commune cure les caniveaux, enlève les ordures dans les différents arrondissements de la ville pour faciliter le passage d'eau de l'eau afin d'éviter les maladies. Elle sensibilise la population à nettoyer la devanture. Lors de notre entretien avec le 3ème Maire adjoint, il affirme : « *La commune intervient de façons traditionnelles et elle n'a pas des moyens. La mairie comble les zones creusées et remplies d'eau, instruit les délégués des arrondissements afin de sensibiliser la population. Nous pulvérisons les zones inondées. Nous rencontrons beaucoup de difficultés : pas de véhicules, pas des moyens pour tirer les eaux mais nous intervenons qu'à même avec ce que nous avons* ».



Source : Commune de la ville d'Abéché

Planche 7: Opération de curage, remblais et nettoyage par la mairie

Pour faciliter la circulation des eaux des pluies, la mairie cure les canaux obstrués par des déchets et les rues dégradées par les eaux.

Cette planche montre l'intervention de la commune dans la réparation des routes et curage des canaux d'évacuation des eaux. Le service de la voirie urbaine de la commune d'Abéché lance des opérations de réparation des axes en vue de rendre praticables toutes les routes dégradées par les eaux de pluie. La voirie urbaine mobilise des matériels (niveleuse, chargeur et bennes) afin d'embellir l'ensemble des rues impraticables voir inaccessibles à l'intérieur de la ville.

3.2.3.2 Intervention de la Commune d'Abéché à travers son Plan de Développement

Le PDC de la commune d'Abéché a été élaboré en juillet 2016 avec le soutien technique et financier du Fonds des Nations Unies pour l'Enfance (UNICEF). Pour ce faire, il a été mis en œuvre une méthodologie participative conduite par le comité de pilotage et qui s'est fondée sur les documents de politiques, de stratégies et orientations nationales de développement. La commune à travers son PDC, cherche à améliorer les conditions des vies des abéchois, la gestion des déchets, l'utilisation et l'occupation de terre. Les principaux enjeux de développement élaborés pour les 5 prochaines années sont :

Tableau 67: Elaboration du Plan de Développement de la Commune d'Abéché

Les principaux enjeux de développement au cours des cinq (5) prochaines années.	
Le PDC de la commune d'Abéché	Développer le capital humain à travers l'amélioration de l'accès des populations aux services sociaux de base de qualité et renforcer la sécurité alimentaire pour la réduction de la pauvreté et de l'exclusion sociale
	Promouvoir l'économie urbaine en développant les circuits de commercialisations et en renforçant la disponibilité des financements et l'énergie :
	Renforcer la protection de l'environnement et promouvoir les mécanismes de développement propre et d'adaptation aux changements climatiques ;
	Aménager le territoire de la commune à travers une gestion rationnelle du foncier et promouvoir l'urbanisation et le développement de l'habitat ;
	Accélérer la gouvernance locale, la citoyenneté et le respect de la législation urbaine.

Source : Commune de la ville d'Abéché

Sous la responsabilité des autorités municipales face aux défis actuels du développement de la commune, une vision prospective a été définie et s'énonce comme suit : « Abéché est en 2030, une commune de référence, attrayante, bien gouvernée, économiquement prospère où les populations ont accès aux services sociaux de base de qualité.

3.2.3.3 Elaboration des orientations stratégiques futures par la commune pour renforcer la capacité d'adaptation.

Pour concrétiser cette vision qui permettra d'améliorer le niveau et la qualité de vie, 5 orientations stratégiques ont été retenues sous forme de programmes :

Tableau 68: Orientations stratégiques de la commune de la ville d'Abéché

Orientations stratégiques	
Vision Abéché 2030	Programme 1 : accroissement du capital humain par la facilitation de l'accès des populations aux services sociaux de base de qualité, la consolidation de la sécurité alimentaire par la réduction de la pauvreté et de l'exclusion sociale ainsi que la promotion de l'emploi des jeunes et des femmes ;
	Programme 2 : valorisation de l'économie locale à travers le renforcement du système de production, la densification des réseaux de commercialisation et de communication et surtout le développement de l'énergie ;
	Programme 3 : amélioration des dispositifs de protection de l'environnement par la promotion des mécanismes de développement propre et d'adaptation des catastrophes naturelles et changements climatiques ;
	Programme 4 : priorisation de l'aménagement du territoire pour une urbanisation équilibrée garantissant une gestion rationnelle du foncier et un développement cohérent de l'habitat ;
	Programme 5 : promotion de la citoyenneté et du respect de la législation urbaine en vue de garantir une gouvernance locale concertée et le renforcement de la réédification des comptes.

Source : Commune de la ville d'Abéché

3.2.4 LES MESURES ADOPTEES PAR LES ASSOCIATIONS ET ONG.

Ce sont les associations et organisations non gouvernementales locales qui tentent actuellement d'aider les municipalités dans le domaine de la gestion de l'environnement, notamment en ce qui concerne les problèmes de traitement de déchets urbains, identifications des personnes vulnérables afin de chercher des aides au niveau des ONG et d'autres organismes par le biais de la commune de la ville d'Abéché. Elles interviennent aussi dans le curage des caniveaux, nettoyage des rues, et distributions des moustiquaires aux vulnérables. Il existe plusieurs associations et groupements, qui interviennent dans l'aménagement de l'espace urbain. Ces structures ne disposent pas des moyens disponibles, ni de matériels. Elles utilisent des moyens rudimentaires (Pelle, pioche, brouette, sacs...), pour curer et nettoyer les rues, les marchés et les caniveaux. Malgré le caractère très précaire de ces associations, ils participent pleinement à l'amélioration des conditions de vie de la population pendant les inondations.

3.2.4.1 Intervention des associations dans la lutte contre les inondations à Abéché.

Tableau 69: Stratégies adoptées par les associations

Associations	Action
ATTADAMOUNE	Curage des caniveaux ; nettoyage des rues ; recensement des personnes vulnérables.
AFDI	Hygiène et assainissement ; ramassage des ordures ménagères dans la ville d'Abéché et ses environs
F.T.P. (La Future Porte du Tchad)	Nettoyage, sensibilisation de la population

Source : Commune de la ville d'Abéché

3.2.4.2 Intervention des ONG dans la lutte contre les inondations.

Les ONG interviennent pour réduire la vulnérabilité de la population aux inondations et améliorer leurs conditions des vies. Elles travaillent pour aider les communautés locales à se préparer aux inondations et à y faire face. Leur objectif est de réduire les risques d'inondation et de minimiser les dégâts et les pertes en vies humaines causées par les inondations. Ces ONG travaillent sur plusieurs aspects de la lutte contre les inondations, notamment :

3.2.5 LES MESURES ADOPTEES AU NIVEAU NATIONAL.

Selon le résultat du PND « Horizon 2030 » : une bonne gestion des ressources naturelles est assurée. A l'instar des autres pays, le Tchad s'est engagé à atteindre les ODD liés à l'adaptation aux changements climatiques et à la préservation de la biodiversité. Ce résultat sera atteint à travers les actions suivantes : assurer une gestion durable des ressources naturelles et mettre en œuvre des politiques d'adaptation aux changements climatiques. C'est aussi mettre en œuvre la politique de lutte contre les changements climatiques et pour la préservation de la biodiversité ; mettre en œuvre les pratiques agricoles résilientes vis à vis du climat. Il faut rendre effectif un mécanisme de prévention et de gestion des risques et catastrophes naturelles (les inondations) ; créer, restaurer et sauvegarder les écosystèmes des zones humides et des aires protégées ; assurer la sauvegarde du Lac Tchad. Le système de drainage et d'assainissement est amélioré, l'accès à l'eau potable est renforcé et l'habitat

décent est promu. L'amélioration du système de drainage, d'assainissement et de salubrité se fera à travers les actions suivantes : améliorer le cadre institutionnel du secteur de l'assainissement et de drainage ; renforcer les ouvrages de salubrité urbaine et rurale ; améliorer l'accès des populations à un système d'assainissement durable.

Le PND va promouvoir la lutte effective contre les pollutions et les occupations anarchiques de l'espace notamment les zones à risque d'inondation et améliorer l'accès des populations à l'eau potable, mettre en œuvre le Plan d'Investissement régional Eau et Assainissement (2015-2030). L'écroulement des maisons suite aux inondations amène l'Etat tchadien à travers le PND de promouvoir l'accès des populations à un habitat décent. Selon la vision du PND, l'émergence du Tchad à l'horizon 2030 nécessitera donc de relever de nombreux défis environnementaux, par la promotion et le financement d'actions d'adaptation et d'atténuation des changements climatiques conformément aux principes de développement durable.

3.2.5.1 Les mesures adoptées par le MATUH

Le Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Urbanisme et de l'Habitat (MATUH) est directement concerné par les questions environnementales et sociales au travers des projets de développement urbain et d'amélioration des conditions de vie de populations urbaines initiées sous sa responsabilité. A Abéché, il intervient en collaboration avec les autorités locales pour mettre en place des projets d'assainissement, de lotissement et pour régler l'espace.

Tableau 70: Les principales missions de la MATHU

	LES PRINCIPALES MISSIONS
MATUH	Appui aux collectivités territoriales dans l'élaboration de leurs programmes et projets de développement ;
	Production, mise à jour et conservation des cartes, plans topographiques et cadastraux ainsi que des données de base nécessaire à la confection du fichier foncier ;
	Centralisation de toutes les données relatives à la production, aux attributions et à l'exploitation de terrains ;
	Planification et maîtrise du développement des centres urbains ;
	Aménagement et gestion de l'espace urbain et rural ;
	Définition des niveaux de viabilisation suivant les types de quartier.

3.2.5.2 Les mesures adoptées par le Ministère des infrastructures

Le Ministère des Infrastructures est chargé de la conception, de la coordination, de la mise en œuvre et du suivi de la politique du gouvernement en matière d'infrastructures et de transports. A abéché, il intervient dans la mise en place des infrastructures d'assainissement, de transport et des santés mais son intervention à Abéché reste limitée compte tenu de précarité des infrastructures observées : A ce titre, il est notamment chargé de :

Tableau 71: Les principales missions du Ministère des infrastructures

MINISTERE DES INFRASTRUCTURES	LES PRINCIPALES MISSIONS
	Réalisation et entretien de l'ensemble des infrastructures publiques en concertation avec les ministères concernés ;
	Contrôle de la qualité des matériaux et garantie des infrastructures ;
	Étude, contrôle et suivi de tous les travaux construction, d'entretien et de réhabilitation des infrastructures ;
	Appui technique aux différents ministères pour la conception, le suivi et le contrôle des infrastructures. Un Secrétariat d'Etat chargé des Transport est responsable notamment du contrôle des transports routiers, aériens et fluviaux.

3.2.5.3 Les mesures adoptées par le Ministère de l'Environnement

Le Ministère de l'Environnement de la République du Tchad, à travers son programme national de lutte contre les inondations, est régulièrement impliqué dans la prévention et la gestion des inondations à Abéché. Il intervient à travers l'évaluation régulière des risques d'inondation, de préparer des plans d'urgence adéquats et de mettre en place des mesures de prévention des inondations. Le ministère travaille en collaboration avec les communautés locales pour sensibiliser la population aux risques d'inondation et à la nécessité de prendre des mesures préventives telles que : la construction et la mise en place des canaux de drainage, l'adoption des pratiques agricoles adaptées et l'élaboration de plans d'urgence. Le Ministère de l'Environnement intervient également dans l'aménagement de l'infrastructure de la ville, notamment la construction de canaux de drainage, l'aménagement des systèmes de collecte des eaux pluviales et l'aménagement des systèmes d'irrigation. Facilite la coordination entre les autorités locales et nationales pour veiller à ce que des plans d'urgence soient en place en cas de déclenchement des inondations et pour veiller à ce que les fonds nécessaires soient disponibles pour faire face aux situations d'urgence.

3.2.5.4 Intervention de la Direction Générale de la Météorologie Nationale

La Direction Générale de la Météorologie Nationale (DGMN) est l'entité nationale chargée de la production des produits et services météorologiques / climatologiques au Tchad. La direction collecte et analyse les données météorologique et hydrologiques pour fournir des informations précises sur les risques d'origine hydro-morphologiques et climatiques dans toutes les villes du Tchad. Elle travaille également en étroite collaboration avec les autorités locales, des organisations humanitaires et les agences gouvernementales pour fournir des informations opportunes sur les conditions météorologiques et les risques d'inondation. En outre, la direction fournit des conseils sur les mesures à prendre pour minimiser les effets des inondations sur les populations et les infrastructures à Abéché. Elle mène également des campagnes de sensibilisation pour informer le grand public sur les risques liés aux inondations et les mesures préventives à prendre. Elle travaille à renforcer les capacités des autorités locales et des communautés pour la gestion des inondations en organisant des formations et des ateliers pour les sensibiliser aux risques d'inondation et leur apprendre les meilleures pratiques pour y

faire face. Elle offre une gamme de services météorologiques pour répondre aux besoins des différents secteurs de la société. Voici quelques-uns de ces services :

Tableau 72: Intervention de la Direction Générale de la Météorologie Nationale

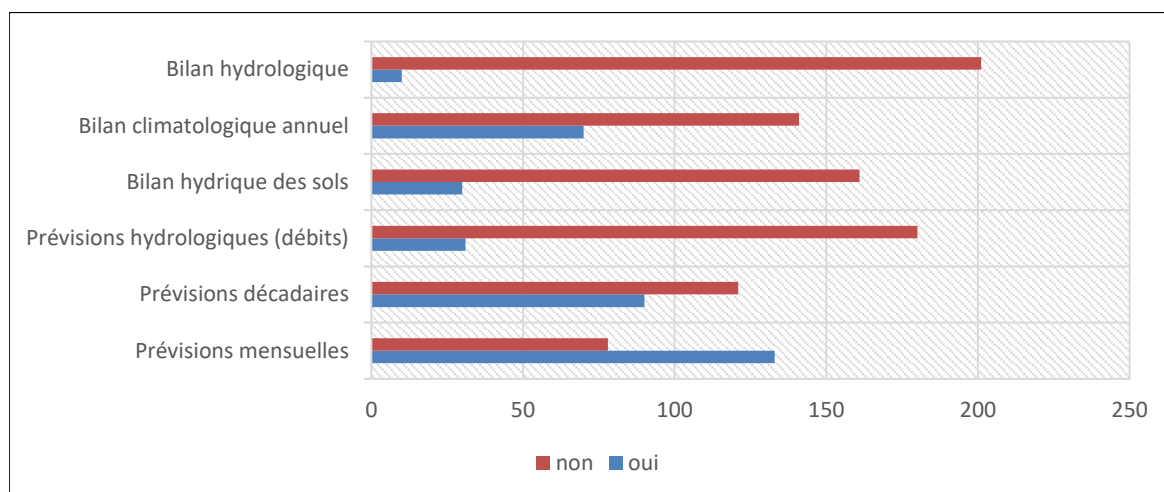
DGMN	Actions
	Suivi agro météorologique de la Campagne agropastorale
	Bulletins agro météorologiques décennaires,
	Bulletins de prévision saisonnière (cumul des pluies sur les mois de Juillet, Aout et Septembre),
	Assistance agro météorologique aux producteurs ;
	Avis et conseils agro météorologiques décennaires,
	Calendrier opérationnel de dates de semis,
	Veille météorologique et assistance au grand public ;
	Bulletins de prévision météorologique journalière,
	Études climatologiques (très rares) ;

Source : Commune de la ville d'Abéché

3.2.6 BESOINS ET OFFRES EN SERVICES METEOROLOGIQUES

3.2.6.1 Perception des personnes enquêtées sur Offres actuelles en services météorologique

La DGMN offre des services climatiques et hydrologique avec différentes périodes mais c'est l'accessibilité et l'interprétation qui resteront un problème selon la population.



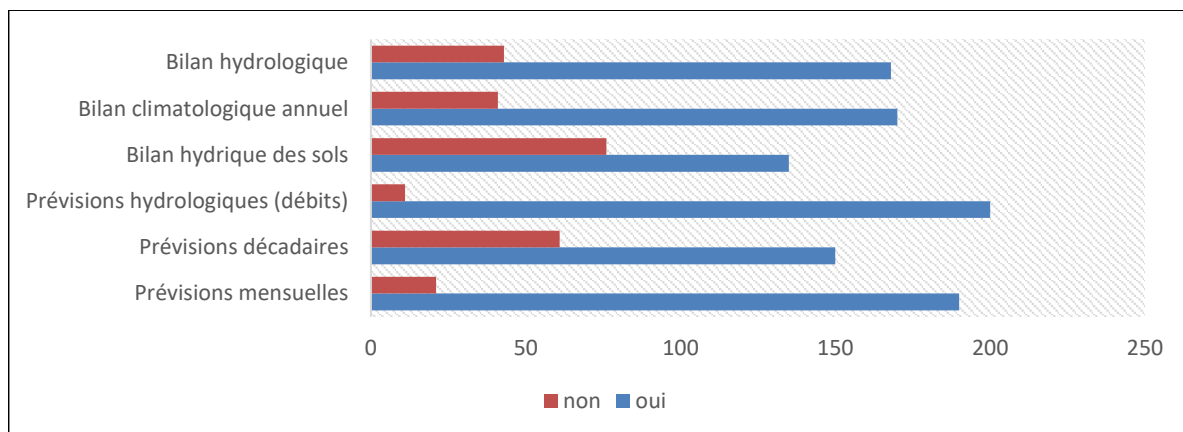
Source : Commune de la ville d'Abéché

Figure 76: Perception des personnes enquêtées sur Offres actuelles en services météorologique

Cette figure montre la perception des personnes enquêtées sur l'offre actuelle en service météorologique. Le DGMN publie des prévisions mensuelles, prévision décennale, bilan climatique annuel mais l'accessibilité est limitée. Beaucoup de personnes ne savent pas lire et écrire, pourtant la diffusion se fait en français.

3.2.6.2 Perception des personnes enquêtées sur le Besoins en informations et services météorologiques

La DGMN est limitée dans sa couverture de diffusion des données. Les agriculteurs, éleveurs, commerçants et association ont besoin des informations pour orienter leurs activités et mettre en place des stratégies d'adaptation efficace.



Source : Commune de la ville d'Abéché

Figure 77: Perception des personnes enquêtées sur le Besoins en informations et services météorologiques

La figure ci-dessus montre les besoins en services climatiques et hydrologiques des personnes enquêtées. La demande est très forte. La DGMN, doit faire tout pour améliorer et augmenter sa couverture spatiale. Les agriculteurs, les commerçants, et autres acteurs ont besoin de ces services pour anticiper et renforcer leur capacité d'adaptation ce qui diminuera leur vulnérabilité en cas des inondations.

3.2.7 LIMITES DES MESURES

3.2.7.1 Limites des stratégies au niveau des ménages

Les ménages jouent également un rôle important dans la lutte contre les inondations à Abéché, mais il est important de reconnaître que leurs stratégies d'adaptation peuvent également avoir des limites. Voici quelques-unes de ces limites :

3.2.7.1.1 Manque de ressources suffisantes

Les ménages manquent de ressources financières et matérielles pour mettre en place des stratégies d'adaptation efficaces, comme la construction de digues, élévation des fondation, construction en dur ou l'achat de matériel de protection contre les inondations.

3.2.7.1.2 Manque de connaissances techniques

Les ménages manquent de connaissances techniques pour mettre en place des mesures d'adaptation efficaces dans la ville d'Abéché. Ils peuvent ne pas savoir comment construire des digues ou comment protéger leur maison contre les inondations ou bien comment orienter les eaux.

3.2.7.1.3 Manque de temps

Certains ménages manquent de temps pour mettre en place des stratégies d'adaptation efficaces, en raison de leur travail ou de leurs autres obligations. Face à cela certains sont très vulnérables, car, ils sont obligés d'aller travailler pour assurer leur survie et n'ont pas le temps pour mettre en place des stratégies adéquates pour lutter contre les inondations.

3.2.7.1.4 Insuffisance de soutien communautaire

Les ménages ont besoin de soutien de leur communauté pour mettre en place des stratégies d'adaptation efficaces. Si la communauté ne travaille pas ensemble pour lutter contre les inondations, il peut être difficile pour certains ménages très pauvres de mettre en place des mesures de protection efficaces.

3.2.7.1.5 Faiblesses dans la prise de conscience

A Abéché certains ménages ne sont pas conscients des risques d'inondation ou de l'importance de prendre des mesures d'adaptation ce qui amplifie leur vulnérabilité en cas d'inondation. Certains affirment qu'ils ne sont pas informés des prévisions météorologiques ou des plans d'urgence locaux.

Il est important que la mairie de la ville d'Abéché travaille avec les ménages pour surmonter ces limites en fournissant des informations sur les risques d'inondation, en offrant des formations sur les mesures d'adaptation, en fournissant des ressources financières et matérielles pour mettre en place ces mesures, et en encourageant la participation communautaire. Il s'avère nécessaire que les ménages bénéficient également des informations sur le plan d'urgence à l'échelle locale et des programmes de sensibilisation à la sécurité.

3.2.7.2 Limites des stratégies adoptées par la commune

Ces matériels limités ne permettent pas à la commune d'assurer le transport des déchets solides ménagers vers les points de regroupement. Il n'existe pas de services réguliers de ramassage des ordures ménagères qui permettent une évacuation de la majorité des déchets produits. Plus de 50% de déchets proviennent des ménages. Malheureusement, il n'existe pas au niveau des ménages une gestion des déchets. Au niveau des marchés, plusieurs poubelles sont placées dans différents secteurs pour faciliter l'évacuation. Mais ces déchets ne sont pas évacués régulièrement par la commune faute de matériels en quantité suffisantes.

3.2.7.3 Limite des associations

L'analyse du bilan des acteurs intervenant dans l'aménagement de la ville d'Abéché permet de mettre en évidence des manquements considérables. Ces insuffisances se situent à plusieurs niveaux : Insuffisance ou manque des moyens financiers et matériels ; Recherche de l'intérêt personnel ; L'inefficacité des travaux de terrain ; Absence d'un plan d'action ; Absence de financement ; L'absence d'intervention des pouvoirs publics pour encadrer ces institutions ; Le manque du professionnalisme et de l'expertise.

Tels sont les maux dont souffrent ces associations. Rapprocher ces acteurs diversifiés vers un point d'équilibre pour établir l'adéquation entre les moyens disponibles et renforcer leurs actions, contribuera à rendre plus efficace leur réalisation.

3.2.8 PROPOSITIONS DES MESURES DE REDUCTION DE LA VULNERABILITE AUX RISQUES D'INONDATION.

3.2.8.1 Stratégies de réduction de la vulnérabilité proposées par les populations

La population de la ville d'Abéché compte tenu des expériences vécues ont proposé certaines stratégies de réduction de la vulnérabilité. Il s'agit de :

- Creuser des canaux d'évacuation des eaux, les entretenir de temps en temps ;
- Construire des ponts facilitant le déplacement pendant les inondations ;
- Goudronner les routes ;
- Elever les fondations et construire avec des matériaux en dur ;
- Instaurer un système d'alerte en cas des inondations ...

La population propose à la mairie que le terrassement des rues n'est pas une solution définitive. D'ailleurs, il est facteur d'inondation. Lorsque la rue se dégrade, la mairie vient mettre de latérite pour niveler une couche, deux couches, trois couches et la rue prend d'hauteur, les maisons deviennent de plus en plus basses par rapport au niveau de la rue. En plus, en nivelant les rues, la mairie ne prend pas le soin d'orienter les pentes vers les caniveaux. Alors l'eau des pluies ne sont pas canalisées et cherchent à passer par le niveau le plus bas et favorise les inondations. Contrairement au terrassement le curage aura deux avantages :

- Empêcher les inondations lorsque les caniveaux sont curés, l'eau peut circuler même il y aura un léger débordement en cas d'une grosse précipitation
- Et peut aussi éviter la dégradation des rues.

3.2.8.2 Stratégies de réduction de la vulnérabilité proposées par la commune

La commune soucieuse des impacts de ces inondations sur la vie de la population propose des mesures de réductions de la vulnérabilité de la population aux inondations :

- La commune propose aux commerçants de Libérer les lits des *ouadis* pendant la saison pluvieuse et les occuper pendant la saison sèche pour éviter les dommages sur les biens et les personnes ;
- Règlementation de l'utilisation des terres, la mairie indique qu'il est important de limiter la construction de bâtiments dans les zones à risque élevé (lits de *ouadis*, bas-fonds, berges...) et de règlementer l'utilisation et ceci afin de réduire l'ampleur du phénomène dans les années futures ;
- Améliorer la gestion des eaux pluviales en mettant en place des systèmes de drainages. Ces systèmes doivent inclure des canaux de drainage, leur entretien mais aussi que, la population doit arrêter de fermer les passages d'eau et de n'est pas obstrué les canaux par les ordures ménagères.

3.2.9. SUGGESTIONS POUR AMELIORATION DE L'ADAPTATION

Il s'avère nécessaire de proposer certaines stratégies pour améliorer l'intervention des acteurs.

3.2.9.1. Construction des canaux de drainage bien dimensionnés

La construction des canaux de drainage bien dimensionnés s'avère très important pour résoudre le problème de drainage dans la ville d'Abéché. Ils aident à évacuer les eaux pluviales, limiter la propagation des maladies causées par des eaux stagnantes telles que le paludisme et la fièvre typhoïde. Ils permettent aussi l'amélioration de la qualité de l'air, protéger les infrastructures telles que les routes, les ponts, les boutiques, les hangars et les bâtiments contre les dommages causés par les inondations.

3.2.9.2. Construction des ponts de franchissement avec garde-fou

La ville d'Abéché connaît un déficit lié aux infrastructures de franchissement des *Ouadis*. La construction des ponts de franchissement va contribuer à faciliter le déplacement des personnes et des biens pendant la saison pluvieuse ce qui peut contribuer à réduire les perturbations économique et sociales causées par les inondations. Elle permet de sécuriser, faciliter le déplacement des piétons pendant les inondations. Les ouvrages doivent être construit avec des matériaux durables pour résister aux conditions climatiques extrêmes ce qui le rend plus durable et plus rentable à long terme.

3.2.9.3. Protection des berges des *Ouadis*

La protection des berges des *Ouadis* est extrêmement importante pour réduire la vulnérabilité de la population en cas des inondations. Le débordement des *ouadis* qui traversent la ville cause des dommages considérables aux infrastructures, aux activités économiques et aux habitations environnantes. Pour lutter contre cela, il est essentiel de mettre en place des mesures de protection des berges, ainsi que la régulation des *ouadis* pour éviter une crue soudaine. Ces méthodes suivantes permettent de protéger les berges et réduire la vulnérabilité de la population.

- Construire des murs de soutènement en béton ou en pierre le long des berges des *Ouadis Amsoudourié* (dans les quartiers Amsoudourié, kaminé1) et *Amkamil* (dans les quartiers salamat, Djatinié, Farik al- chitié) pour renforcer leur stabilité et empêcher qu'elles ne s'effondrent pas lors de crues importantes.
- Reboiser en plantant des végétaux le long des berges pour renforcer leur structure et limiter l'érosion ;
- Mettre en place des cages métalliques remplies de pierres, pour protéger les berges contres l'érosion et les inondations ce qui réduit la vulnérabilité des ménages qui se trouve près des berges des *ouadis* ;
- La régulation des *ouadis*, qui consiste à construire des canaux pour contrôler le débit de l'eau et éviter les crues soudaines.

3.2.9.4. Elévation des fondations des maisons

L'élévation des fondations est une méthode coûteuse mais importante pour lutter contre les crues. L'élévation des fondations peut aider à limiter les dégâts causés par les inondations en empêchant l'eau de pénétrer dans les bâtiments. Cela est particulièrement important dans les zones qui sont sujettes aux inondations régulières. En général, plus les fondations sont bonnes moins les risques d'inondation sont élevés. Cependant, il est important que l'élévation des fondations doive être effectuée conformément aux normes de construction locales et aux réglementations en matière de construction. En élevant la fondation, on peut réduire le risque d'inondation en éloignant les bâtiments des niveaux d'eau élevée. Cela peut aider les ménages à protéger leur maison, les bâtiments et les infrastructures contre les dommages causés par les inondations surtout ceux qui se trouvent dans les zones à risques.

3.2.9.5. Curage et nettoyage des canaux

Les canaux de drainages des eaux pluviales à Abéché sont remplis des sables, obstrués par des déchets, certains sont même disparus par un manque d'entretien. Les déchets proviennent des flancs des eaux usées et pluviales de certains ménages. Toutes ces actions de dépôts contribuent à des dégâts énormes tels que : blocage des eaux, inondations, etc. le manque d'entretien des réseaux entraîne un ensablement qui par la suite provoque des inondations dans certains quartiers comme Moto Bono, Al-Riyad et Dabanair. Pour cela ces deux méthodes sont proposées pour faciliter le curage et nettoyage des canaux d'évacuation des eaux.

- Le curage manuel est une méthode qui consiste à retirer manuellement les débris et les obstructions dans le canal à l'aide d'outils tels que des pelles, des râteliers et des seaux. Cela peut être un travail laborieux et fastidieux, mais c'est une méthode efficace pour nettoyer les canaux et en plus moins coûteuse.
- Le curage mécanique utilise des équipements mécaniques tels que des aspirateurs ou des balayeuses pour nettoyer les canaux. Cette méthode est rapide et efficace mais elle est coûteuse. Pour bien résoudre ce problème de curage, la commune doit collaborer avec les ONG, les associations et la population et faire appel à des professionnels pour former et encadrer les concernés pour bien effectuer le curage et l'évacuation des eaux pluviales à Abéché.

3.2.9.6. La construction des maisons avec le ciment et des matériaux en dur

La conscience de risque d'inondation a toujours conditionné les projets de constructions. C'est ainsi que l'approche de protections des bâtiments constitue une possibilité pour se prémunir. De ce fait, la construction en ciment est une stratégie efficace surtout dans les zones ayant des risques d'inondation. Elle consiste à éviter autant que possible le danger de dégradation des bâtis par les eaux des crues ou des inondations. Même si cette mesure n'offre pas une protection absolue contre les dégradations, elle donne une certaine stabilité et cohésion à certains éléments du sol. Cette stratégie permet de réduire parfois l'impact de volume d'eau. Le ciment mélangé avec l'eau et du sable constitue des matériaux un peu résistants face à la

dégradation des eaux. Lorsque les matériaux de construction sont vulnérables, les bâtis sont exposés au risque de dégradation ou d'importation.

3.2.9.7. Le séchage des matériaux

Le séchage des matériaux est un autre élément technique et naturel. Les bâtis qui ne sont pas suffisamment séchés après avoir inondés, présentent un risque élevé de formation de moisissure. L'eau commence à pénétrer par les failles des éléments fins enlevés puis commence à disloquer le bâtiment et contribue à sa dégradation. Parfois le phénomène d'érosion se produit si la semelle de la fondation est relativement engorgée d'eau. Ce qui provoque l'affouillement et le déchaussement de la fondation et porte atteinte à la stabilité du bâtiment. Les habitants de certains quartiers entraînent de prendre conscience contre le danger de dégradation de leurs maisons par les eaux. D'autres sont en situation de pauvreté, n'ont pas les moyens financiers afin de construire une maison en ciment.

3.2.9.8. Le remblai des cours des maisons en suivant la pente du terrain

Le remblaiement consiste à aplanir un terrain creusé ou des fossés en ajoutant des matériaux de construction. Il existe grand nombre de matériaux de remblai, à commencer par le sable ou tout simplement la terre. Le remblaiement est utilisé pour soulever le sol, de créer une pente, de garnir, ou combler des vides tranchés par l'eau, d'égaliser les creux, les ravines et même les failles sur des terrains présentant des irrégularités. Pour effectuer le remblaiement, plusieurs matières sont utilisées : la terre, des déchets inertes, la terre d'extraction, des cailloux, etc. Cette stratégie de remblai apportera une stabilité nécessaire au sol et donne au terrain une bonne base. Le choix des matériaux de remblai ne se fait pas selon les désirs des gens, mais demande une étude des sols au préalable afin de savoir le type de matériaux à utiliser. Ainsi, le choix dépendra du taux d'humidité du terrain, de la granularité du terrain, de la nature du sol et de la ravine ou creux à remblayer.

3.2.9.9. La pose de sacs remplis de sable

Quant à la pose de sacs remplis de sable est une première solution anti-inondation de l'histoire de l'humanité (Bakhit,2021). Facile à mettre en place. Elle se montre également efficace pour empêcher la pénétration d'eau par les portes d'entrée par exemple. Le nombre de sacs et la hauteur nécessaire dépendent de la quantité d'eau. Pour un niveau d'eau faible la hauteur d'un sac peut être suffisant par ce qu'il mesure 50 cm lorsqu'il est plein du sable. Mais en cas des crues importantes, il faut plusieurs sacs pour contrecarrer les eaux. Ces techniques sont utilisées dans les quartiers et les zones sujettes au risque d'inondation dans la ville d'Abéché. Les diguettes et les sacs remplis de sables sont parfois complémentaires pour dévier les eaux et protéger le sol ou les maisons contre les dégradations. Souvent elles sont mises en place pour la protection contre les biens et des individus. Ces deux techniques traditionnelles n'ont pas des conséquences négatives sur l'environnement. Elles convenaient d'agir le plus rapidement possible. Parfois, elles illustrent des limites évidentes lors des événements majeurs ; la vitesse de l'eau dépasse leur capacité de rétention. Et on assiste à des ruptures des diguettes qui créent des dommages considérables pour les sols et la société.

3.2.10. SUGGESTIONS DES MESURES DE PREVENTIONS POUR REDUIRE LA VULNERAIRE DE LA POPULATION AUX INONDATIONS A ABECHE.

La prévention regroupe l'ensemble des mesures servant à réduire la vulnérabilité de la population aux inondations. La ville souffre en manque des infrastructures de drainage, de santé, scolaires, moyens de déplacements. Les mesures suivantes peuvent aider les autorités locales à résoudre ce problème. Il s'agit de :

3.2.10.1. Amélioration de la gestion des eaux pluviales

Les inondations sont souvent causées par une mauvaise gestion des eaux pluviales. Pour prévenir les inondations à Abéché, il est important d'améliorer la gestion des eaux pluviales. Cela peut être fait en développant des infrastructures de drainage appropriées, en débouchant les canaux existants et en adoptant des pratiques de gestion des eaux pluviales durables.

3.2.10.2. Contrôle des constructions dans les zones à risques

Les constructions dans les zones à risques sont souvent la cause des inondations. Les autorités locales peuvent limiter les constructions dans les zones à risques et exiger des normes de construction plus strictes pour les bâtiments qui sont autorisés dans ces zones.

3.2.10.3. Sensibilisation et éducation

La sensibilisation et l'éducation peuvent jouer un rôle important dans la lutte contre les inondations à Abéché. Les autorités locales peuvent travailler avec les communautés pour sensibiliser les gens aux risques associés aux inondations et pour leur apprendre comment prendre des mesures pour se protéger.

3.2.10.4. Planification de l'urbanisation

Au Tchad, la « Loi portant Statut des biens domaniaux du Tchad, Loi 67-23 du 22 Juillet 1967 », dans son article 25 dit ceci : Les terrains urbains sont, dans chaque centre urbain, divisés en deux catégories. Les terrains de la catégorie **A** ne peuvent être construits qu'en matériaux durables. Les terrains de la catégorie **B** peuvent être construits en matériaux traditionnels. La planification de l'urbanisation peut également aider à prévenir les inondations à Abéché. Les autorités locales peuvent travailler avec les communautés pour développer des plans de développement qui utilisent les zones moins risquées pour les constructions et qui prennent en compte les risques d'inondation dans la planification des infrastructures.

3.2.11. SUGGESTIONS DE MESURES DE PREVISION POUR REDUIRE LA VULNERABILITE DE LA POPULATION AUX INONDATIONS A ABECHE

Les données obtenues de la DGMN peuvent aider à faire la prévision, mais compte tenu de l'imprévision de ce phénomène, il s'avère nécessaire de prendre d'autres mesures pour réduire la vulnérabilité de la population en cas des inondations. Pour cela nous proposerons quelques mesures pour renforcer la capacité d'adaptation de la ville :

3.2.11.1. Besoin de surveillance météorologique

Les inondations peuvent souvent être prévues à l'avance en surveillant les conditions météorologiques. Les autorités locales peuvent travailler avec les services météorologiques pour surveiller les conditions météorologiques et avertir la population de tout risque d'inondation.

3.2.11.2. Instauration d'un système d'alerte précoce

Les systèmes d'alerte précoce peuvent aider à prévenir les inondations à Abéché. Les autorités locales peuvent mettre en place des systèmes d'alerte précoce pour avertir la population de tout risque d'inondation imminente. Ces systèmes peuvent être basés sur des capteurs de pluie ou de niveaux d'eau, ainsi que sur des observations météorologiques.

3.2.11.3. Planification urbaine pour une ville intelligente face au climat

La planification d'urgence peut aider à minimiser les effets des inondations à Abéché. Les autorités locales peuvent travailler avec les communautés pour développer des plans d'urgence qui incluent des mesures pour protéger les personnes et les biens en cas d'inondation. Ces plans peuvent inclure des itinéraires d'évacuation, des abris temporaires et des mesures pour protéger les infrastructures essentielles.

Pour faciliter tout cela, la commune doit se doter des documents de planifications spécifiques comme : l'agenda 21 (document de développement durable qui inclut tous les aspects environnementaux), le plan climat (qui traitera les problématiques d'adaptations et d'atténuations aux changements climatiques), le plan d'adaptation de la ville aux changements climatiques avec un plan spécifique de lutte contre les inondations. Et qui permet en suite à la mairie de trouver des fonds pour renforcer les stratégies d'adaptations et en fin le plan de contingence ou plan d'organisation de secours face aux risques et catastrophes comme les inondations. Et ces documents doivent être rédigés de façon participative en associant tous les principaux acteurs de la ville et des experts en respectant les orientations en la matière des organisations internationales notamment la CCNUCC.

En somme, la mise en œuvre de ces mesures de prévision peut aider à lutter contre les inondations à Abéché et à protéger la population contre les risques et réduit leur vulnérabilité.

3.2.12. SUGGESTIONS POUR AMELIORER L'INTERVENTION DES ASSOCIATIONS

La présence et l'interventions des associations pour la lutte contre les inondations et l'aménagement durable de la ville d'Abéché seront capital. Nous mettons l'accent sur quelques pistes afin d'améliorer la réalisation de ces associations. Il s'agit de :

- Faire un inventaire de toutes les associations œuvrant dans le domaine de nettoyage, de curage, et œuvres de charités pour connaître ces différentes associations, leurs domaines de compétences, leurs moyens financiers et ressources humaines et enfin leur stratégie ou plan d'action afin de les aider, les former dans leur œuvre ;
- Sensibiliser et former les membres à travers des formations, leur dotation en équipement et renforcer leur capacité financière ;

- Mettre en place des mécanismes de suivi afin de les accompagner dans un but d'assurer leur durabilité et leur efficacité ;
- Mettre en place un système de concertation, d'intégration et de participation de tous.

3.2.13. SUGGESTIONS POUR AMELIORER L'INTERVENTION DU DGMN/ANAM

Le service météorologique du Tchad peut aider à la lutte contre les inondations à Abéché en fournissant des informations météorologiques précises et actualisées sur les conditions météorologiques de la ville. Ces informations peuvent aider les responsables de la protection civile et les autorités locales à planifier en conséquence et à prendre des mesures préventives pour minimiser les dommages causés par les inondations. Par exemple, ils peuvent utiliser des données météorologiques pour prévoir les précipitations et fournir des avertissements précoces en cas de risque d'inondation imminente. Ils peuvent également utiliser ces données pour identifier les zones les plus vulnérables à l'inondation et intervenir rapidement pour minimiser les dommages. En outre, le service météorologique peut également fournir des conseils sur les pratiques agricoles appropriées et les mesures d'irrigation pour minimiser les effets des inondations sur les cultures locales.

CONCLUSION

Ce chapitre a pour objectif d'identifier les mesures d'adaptation à l'œuvre afin de dégager les besoins en adaptation de la ville d'Abéché face aux inondations. Il ressort de ce dernier chapitre que la population développe certaines stratégies d'adaptation pour faire face aux impacts des inondations dans la ville d'Abéché. Il s'agit notamment des mesures caractérisées par le curage des canaux, remblai des cours des maisons, élévations des fondations, conception des diguettes, utilisation des pneus et des sacs remplis de sables mais celles-ci sont insuffisantes compte tenu du manque des moyens et de savoir-faire limité de la population ce qui fait qu'aggraver le phénomène. L'apport de la commune, les ONG, les associations et les pouvoirs publics est aussi limité par le manque de collaboration, des matériels, des moyens financiers et par une absence de volonté politique dans la réglementation de secteur d'aménagement et de l'urbanisme. L'une des difficultés majeures de la commune d'Abéché est qu'elle n'a pas les moyens d'affronter les défis auxquels elle est appelée à faire face. Malgré toutes les différentes initiatives adoptées, les inondations causent des dommages chaque année. Il ressort de notre analyse que les stratégies d'adaptation sont précaires et nécessitent des renforcements. Cette situation nécessite des efforts supplémentaires pour être résolue. Des stratégies d'amélioration, de prévision et de préventions sont proposées dans ce chapitre pour résoudre ce problème d'inondation et renforcer la résilience de la population.

Les résultats convergent avec notre hypothèse selon laquelle les stratégies d'adaptation contre les inondations à Abéché sont précaires. Les résultats montrent que la population pour se protéger, utilise des méthodes telles que le remblai, les poses des sacs remplies des sables, conçoit des digues, cure et nettoie les canaux d'évacuation des eaux, élevé leur fondation et protégé les murs avec des bétons, les autorités locales, les associations et les ONG interviennent aussi à travers les curages et nettoyages des rues, des canaux et des lieux publics. Mais ces interventions sont très limitées. Nos résultats vont dans le même sens que ceux de Romaric, 2021 dans une étude portant sur la Variabilité climatique et risque d'inondation dans la ville de N'Ndjamena (cas du 1er arrondissement) et dans la ville de Kousséri, la population et les autorités locales utilisent les mêmes stratégies pour s'adapter et se protéger contre les inondations.

CONCLUSION GENERALE

Cette étude vise à Analyser les facteurs qui déterminent la vulnérabilité de la ville d'Abéché aux risques d'inondation. Les inondations à Abéché sont causées par le débordement des *ouadis*. L'analyse de la variabilité décennale montre une tendance à la baisse des moyennes annuelles mais une forte variabilité au niveau des pluies journalières. Pendant la période de (1991- 2000), la moyenne était de 369,3mm, lors de la période de (2001-2010), on observe une diminution de la moyenne (307mm). Pendant la période de (2011-2021), on observe une légère augmentation de la moyenne (330,8mm) ce qui montre une tendance à la baisse des précipitations. L'analyse des anomalies interannuelles a montré une tendance à la baisse des précipitations annuelles et saisonnières. Les analyses inter- mensuelles ont montré une augmentation des quantités des pluies des trois (3) dernières années pendant le mois d'Août et juillet. L'analyse journalière des précipitations a montré que la quantité des pluies reçues ne dépende pas de nombre de jours de pluies. A Abéché un nombre de jours de pluie élevé n'indique pas aussi une quantité élevée. Certaines années ont enregistré un nombre de jours de pluie élevé pourtant avec un cumul inférieur. Le mois de juillet de l'année 2021 à 14 jours de pluie avec un cumul de 116 mm, pourtant en Août avec seulement 11 jours de pluie on assiste à une quantité importante de 162mm. L'analyse de la variabilité montre que les inondations à Abéché sont causées par des précipitations journalières exceptionnelles et celles-ci sont couplées par l'occupation des zones inondables avec obstruction des canaux de drainages des eaux, et une diminution des largeurs des *ouadis* par des constructions d'habitation. L'absence des canaux d'évacuation des eaux dans certains quartiers, le dépôt des déchets dans les lits des *ouadis*, le manque d'entretien des canaux existants, l'occupation anarchique de l'espace sont tous facteurs des inondations à Abéché. La plupart des ménages enquêtés de cette zone ont pris conscience de la présence de la variabilité des précipitations dans cette zone, car la plupart d'entre eux ont perçu un changement. Le résultat obtenu sont ceux que nous attendions, l'analyse de variabilité montre une baisse des précipitations. Ce sont les pluies journalières, de forte intensité et longue durée qui sont responsables des inondations à Abéché. La dynamique urbaine avec cette occupation anarchique de l'espace et la transformation des zones agricoles en zones d'habitations observé dans certains arrondissements (3ème et 4ème), et l'occupation des zones à base altitudes sont aujourd'hui responsables des inondations dans la ville d'Abéché. Les résultats de notre étude convergent avec notre hypothèse que la variabilité climatique et les facteurs anthropiques sont responsables des inondations à Abéché. Les analyses des données climatiques et la perception de la population ont montré que l'augmentation des précipitations ces dernières années ont occasionné des fortes pluviométries qui génèrent des inondations à Abéché. Nos résultats vont dans le même sens que ceux de FAO (2012), qui indique que, les fortes pluies enregistrées surtout au mois d'août ont provoqué de larges inondations dans le Sud et l'Est du Tchad, ponctuellement dans des régions de la bande sahélienne.

Il ressort des analyses que les impacts sont observés sur la population, sur leurs activités économiques, l'agriculture, l'élevage et sur l'environnement. Face à cela les ménages sont très vulnérables. Leur vulnérabilité se manifeste par des destructions des maisons, des boutiques, des hangars, des pertes des marchandises, destruction des infrastructures et sur la santé des personnes. L'analyse de la vulnérabilité montre que la vulnérabilité sociale est élevée dans le

1^{er}, 3^{ème} et 4^{ème} arrondissement compte tenu de leur revenu limité avec des charges élevées et un niveau d'instruction très bas. Concernant La vulnérabilité économique, elle est élevée dans le 1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} arrondissements compte tenu de proximité des activités près et dans les lits des *ouadis*. Les marchés se trouvent dans les lits des *ouadis* ce qui augmentent leur vulnérabilité pendant la saison pluvieuse. Pourtant la vulnérabilité infrastructurelle est élevée dans les 3^{ème}, 4^{ème} et 5^{ème} arrondissements et cela est dû aux difficultés d'accessibilité à une route praticable pendant les inondations, la présence des constructions en argile, le manque des infrastructures de drainages et absence des dépotoirs dans ces arrondissements, ce qui rend les ménages très vulnérables lors des inondations. Par contre La vulnérabilité institutionnelle est élevée dans le 1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème} et 6^{ème} arrondissements compte tenu de l'occupation anarchiques de l'espace, les maisons sont construites sans le respect des normes de l'urbanisme, l'occupation rapide des zones à risque, l'obstruction des canaux par des déchets et la mal gouvernance sont les facteurs explicatifs de la vulnérabilité institutionnelle élevée dans ces arrondissements. En fin le 3^{ème} et 4^{ème} arrondissement restent le plus vulnérables compte tenu des occupations des berges des *ouadis*, la faiblesse des pentes qui ralenties les écoulements des eaux, la densité des réseaux hydrographiques indiquent que ces arrondissement leur vulnérabilité physique est très élevée. Les résultats obtenus sont ceux que nous attendions. Les inondations ont fragilisé la vie de la population à travers la destruction des maisons, déstabilisation des activités économique à travers la destruction des hangars, des boutiques et emportement des marchandises. Les inondations ont dégradé les infrastructures routières, sanitaires et ont causé des morts, des blessées et de déplacées. La vulnérabilité de la population dans la ville d'Abéché est très élevée. Notre résultat rejoint celui de VISSIN (2007), dans l'impact de la variabilité climatique et de la dynamique des états de surface sur les écoulements du bassin béninois Les conséquences des inondations sont catastrophiques ; on assiste à une destructions des habitations liée aux érosions des berges, fréquences des maladies hydriques et les inondations ont limité l'accessibilité de la populations aux services de bases ce qui augmentent la fragilité des populations du bassins béninois lors des inondations. Nos résultats ont montré que la vulnérabilité de la population est très élevée. Ces résultats vont dans le même sens que pour Tchad (2014), qui indique que le Tchad est très vulnérable face aux risques d'inondation surtout associés aux changement climatique.

Avec tous ces impacts qui ont généré une augmentation de la vulnérabilité de la population. Cette dernière développe certaines stratégies d'adaptation pour faire face aux inondations dans la ville d'Abéché. Il s'agit notamment des mesures individuelles, caractérisées par le curage des canaux, remblai des cours des maisons, élévations des fondations, conception des diguette, utilisation des pneus et des sacs remplis de sables mais celles-ci sont insuffisantes compte tenu du manque des moyens et de savoir-faire limité de la population ce qui fait qu'aggraver le phénomène. L'apport de la commune, les ONG, les associations et les pouvoirs publics est aussi limité par le manque de collaboration, des matériels, des moyens financiers et par une absence de volonté politique dans la réglementation de secteur d'aménagement et de l'urbanisme. L'une des difficultés majeures de la commune d'Abéché est qu'elle n'a pas les moyens d'affronter les défis auxquels elle est appelée à faire face. Malgré toutes les différentes initiatives adoptées, les inondations causent des dommages chaque année. Il ressort de notre analyse que les stratégies d'adaptation sont précaires et nécessitent des renforcements. Cette

situation nécessite des efforts supplémentaires pour être résolue. Des stratégies d'amélioration, de prévision et de préventions sont proposées dans ce chapitre pour résoudre ce problème d'inondation et renforcer la résilience de la population. Les résultats convergent avec notre hypothèse selon laquelle les stratégies d'adaptation contre les inondations à Abéché sont précaires. Les résultats montrent que la population pour se protéger, utilise des méthodes telles que le remblai, les poses des sacs remplies des sables, conçoit des digues, cure et nettoie les canaux d'évacuation des eaux, élevé leur fondation et protégé les murs avec des bétons, les autorités locales, les associations et les ONG interviennent aussi à travers les curages et nettoyages des rues, des canaux et des lieux publics. Mais ces interventions sont très limitées. Nos résultats vont dans le même sens que ceux de Romaric,2021 dans une étude portant sur la Variabilité climatique et risque d'inondation dans la ville de N'Ndjamena (cas du 1er arrondissement) et dans la ville de Kousseri, la population et les autorités locales utilisent les mêmes stratégies pour s'adapter et se protéger contre les inondations.

BIBLIOGRAPHIE

- Abdou, H., Adamou Karimou, I., Harouna, B. K., & Zataou, M. T. (2020).** Perception du changement climatique des éleveurs et stratégies d'adaptation aux contraintes environnementales : Cas de la commune de Filingué au Niger. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 73(2), 81-90. <https://doi.org/10.19182/remvt.31873>
- Abraham, A., Mohamed-Brahmi, A., & Ngoundo, M. (2018).** Resilience of livestock systems in the Sahelian band of Chad (case of the Kanem region): Adaptation tools to climate change. 11.
- Abakar R., (2015).** Problématique des inondations dans la ville de N'Djamena . Mémoire de Master en géologie, Université de N'Djamena, 60 P.
- Aude Nuscia Taïbi, Mahefa Mamy Rakotoarisoa, Laura Champin, Cyril Fleurant, Théodore Razakamanana, et al. (2017).** Méthode d'analyse de la vulnérabilité aux inondations à Toliara (sud-ouest Madagascar). *Géo-Eco-Trop*, 2017, 41 (3), pp.455-462. Ffhal-01703318ff
- Amir, Y. (2021).** Etude Geophysique Du Systeme De Failles N 30° De La Zone D'abeche (Tchad) : Application A La Recherche Des Eaux Souteraine. Mémoire de Master en Géologie, Université de Yaoundé 1, 60 P.
- Amanejieu, A., Feumba, R. A., & Ngoufo, R. (2022).** Vulnérabilité Aux Inondations Dans Le Contexte Des Changements Climatiques A New-Bell Ngangué, Un Quartier Planifié De La Ville De Douala, Cameroun.
- Amanejieu A., (2015).** Vulnérabilité aux inondations dans le contexte des changements climatiques : Etude de cas d'un quartier planifié de Douala, New-Bell Ngangué. Mémoire de Master en Géographie, Université de Yaoundé 1, 156p.
- Atina, B. P., & Padabô, K. (2020).** Vulnérabilités et stratégies des populations face aux inondations dans la région des Savanes au Nord-Togo. . . *Vol.*, 7.
- Bahari I. M., Ibrahim B. M., et Oumarou F. M.,** « Évolution des caractéristiques pluviométriques et recrudescence des inondations dans les localités riveraines du fleuve Niger », *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne]*, Regards / Terrain, mis en ligne le 25 mai 2018.
- Bakhit, B. M. (2022).** *Érosion hydrique dans le bassin versant du Batha à Oum-hadjer au Tchad.* Mémoire de Master, Université de N'Gaoundéré, Cameroun.

- Bagnouls, F. et Gaussen H (1953).** The dry season and the xerothermic index. Bull. Soc.His. Nat.Toulouse, 88, pp.193-239.
- Bani, S. S. (2016).** Risques D'inondation Dans La Ville De Ouagadougou : Cartographie Des Zones A Risques Et Mesures De Prévention.
- Bani, S. S., &Yonkeu, S. (2016).** Risques d'inondation dans la ville de Ouagadougou : Cartographie des zones à risques et mesures de prévention. *Journal Ouest-Africain des Sciences de Gestion*, 1(1), 1-18.
- Barbut, L., Bauduceau, N., & Ros, C. D. (2004).** Vers une évaluation de la vulnérabilité des activités agricoles aux inondations.
- Barroca, B., Hubert, G., &Diab, Y. (2006).** Vulnérabilité : une clé de lecture du risque inondation.
- Bazin, F., Bechir, A. B., &Khamis, D. D. (2013).** Etude prospective : Systèmes d'élevage et changements climatiques au Tchad.
- Becerra, S. (2012).** Vulnérabilité, risques et environnement : L'itinéraire chaotique d'un paradigme sociologique contemporain. *VertigO, Volume 12 Numéro 1*.
- Boken V.K. 2005.** Comparaison des sécheresses estivales de 1976 et 2003 en Europe occidentale à l'aide d'indices climatiques.
- Boudières, V. (2008).** De la gestion des risques aux risques de leur gestion dans les territoires touristiques de montagne, Modalités de gestion du risque d'avalanches dans les Alpes françaises et facteurs de vulnérabilité associés.
- Bouvier, C. (2004).** De la pluie à l'inondation : Contribution à la compréhension et à la prévision des évènements extrêmes sur petits bassins tropicaux et méditerranéens.
- Boubacar. D ; et al (2015).** ESPACES ET SOCIÉTÉS EN MUTATIONS, ESPACES ET SOCIÉTÉS EN MUTATIONS Numéro spécial –Décembre 2015.
- Braced. (2019).** Résumé exécutif : Adaptation au changement climatique et renforcement de la résilience au Tchad Diagnostic et Perspectives.
- Bronfort, S. (2017).** Les stratégies d'adaptation face au risque d'inondation dans les zones d'habitat spontanés de Ouagadougou, Burkina Faso. *Burkina Faso*.
- Boukar, C., &Vairoukoye, T. G., Feumba, R.A. (2019a).** Perception et adaptation au changement climatique dans une zone transfrontalière tchad- cameroun (triangle N'Djamena-maroua-bongor) a.
- Chetima, B., & Feumba, R. A. (2019b).** Conditions climatiques et Vulnerablité des menages à l'extreme Nord du Cameroun. *Revue Ivoirienne de Science et Technologie*, 260-276 b.

- Defossez, S. (2009).** Evaluation des mesures de gestion du risque inondation. Application au cas des basses plaines de l'Aude.
- Degrande, A. (2016).** L'innovation pour la résilience climatique—L'agriculture de conservation au Tchad et au Soudan. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4263.7041>
- D'Ercole, R., & Dollfus, O. (1996).** Mémoire des catastrophes et prévention des risques. *Natures Sciences Sociétés*, 4(4), 381-391. <https://doi.org/10.1051/nss/19960404381>
- Djébé M., Adbaye B. P., Mahadjir I. A., Mbaindoh B (2019).** «Contrainte de la dynamique des Ouadis sur l'aménagement de la ville d'Abéché au Tchad », *Annales de l'Université de N'Djaména, Série A – Lettres et Sciences Humaines, Hors-série numéro 1, Décembre 2019*, pp. 167-176.
- Djebe, M., Seingue, R. G., Ndoutorlengar, M., & Abbo, F. M. (2022).** Pression humaine et dégradation des ressources naturelles : une étude basée sur des indicateurs de mesure de pression sur abéché et sa périphérie immédiate.
- Dhaher, N. (2011).** Production du sol urbain et vulnérabilité aux inondations : L'exemple de la cité Sidi HcineEssijoumi en Tunisie. *Confins*, 12. <https://doi.org/10.4000/confins.7129>
- Dombordjokoloum D., Tob-Ro N., Assako R-J., Tchotsoua M., 2019.** Etude des facteurs d'émergence du risque de maladies diarrhéiques dans la ville d'Abéché au Tchad. *Revue Espace, Territoires, Sociétés et Santé*, pp 79-94.
- Dingao, D. D., Assouni, T., Aloua, A., & Gratién, T. (2022).** Contribution to the study of the perception of the risk of water-related diseases in Abéché. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 7(1), 084-097. <https://doi.org/10.22161/ijeab.71.12>
- Djiangoué, B. (2017).** Inondations et vulnérabilité des systèmes de production agricole : Cas du Logone (Extrême-Nord) et de la Bénoué (Nord) Cameroun. *Edi CAD*, p35-53.
- Enock, N. G.-G. (2020).** Perceptions paysannes des changements climatiques dans la région du lac tchad à l'aide des indicateurs locaux.
- Fall, B., J.P. Correa, S. Sarr (2011).** Guide Méthodologique Pour L'Evaluation de la Vulnérabilité au Changement Climatique au Niveau Communautaire (Zones Côtières), consultant report by Environnement-Développement du Tiers Monde (ENDA), Dakar, Sénégal, for USAID/COMFISH Project, 48 pp
- Feumba, R.A. (2001).** Variabilité pluviométrique saisonnière et comportement des cultivateurs de tomates à Bantoum. (Mémoire) Université de Yaoundé 1, Cameroun

- Feumba, R. A. (2017).** Adaptation Planifiée De L'Etat Aux Impacts De La Variabilité Et Changement Climatique Au Cameroun De 1960 A 2015. (Thèse de Doctorat). Université de Ngaoundéré, Cameroun.
- Fujiki, K. (2017).** Etude prospective des impacts sociaux d'une inondation majeure en région Ile-de-France. Disparités socio-spatiales dans la prise en charge des populations franciliennes en situation de crise et post-crise : Une analyse cartographiée et quantifiée des besoins des ménages, de l'évacuation à la reconstruction (Thèse de Doctorat). Université de Lyon (Université Jean Moulin Lyon 3).
- Garry, G., & Veyret, Y. (1996).** La prévention du risque d'inondation : L'exemple français est-il transposable aux pays en développement ?
- Gemenne, F., Blocher, J., Longueville, F. D., Diaz, S. V., Zickgraf, C., Gharbaoui, D., & Ozer, P. (2017).** Changement climatique, catastrophes naturelles et déplacements de populations en Afrique de l'Ouest. Climate change, natural disasters and population displacements in West Africa.
- Gemenne, F., Blocher, J. M. D., De Longueville, F., Vigil Diaz Telenti, S., Zickgraf, C., Gharbaoui, D., & Ozer, P. (2017).** Changement climatique, catastrophes naturelles et déplacements de populations en Afrique de l'Ouest. *Geo-Eco-Trop : Revue Internationale de Géologie, de Géographie et d'Écologie Tropicales*, 41(3).
- Gendreau, N., Longhini, M., & Combe, P. M. (1998).** Gestion du risque d'inondation et méthode Inondabilité : Une perspective socio-économique.
- Gueye, A. (2012).** Analyse géospatiale de la pollution de l'air et des risques sanitaires à Dakar, Sénégal.
- Grothmann, T., & Reusswig, F. (2006).** Les personnes exposées aux inondations : pourquoi certaines prennent des mesures de précaution tandis que d'autres n'en prennent pas. *Risques naturels*, 38(1-2), 101-120.
- Hellmuth, M., Moorhead, A., Thomson, M., & Williams, J. (Eds.). (2007).** Climate risk management in Africa: Learning from practice. International Research Institute for Climate and Society (IRI), Columbia University.
- Ibrahim, M. B. (2022).** Evolution des dégâts et du cadre de gestion du risque des inondations à Niamey entre 1991 et 2020. *Sciences humaines*, 16.
- Issoufou, D. B. (2016).** Les Cahiers du CRIDE, Nouvelle série, Vol. 12 n° 1 Juin 2016. 12.
- khedri, K (2020).** Analyse des risques naturels, majeurs et technologiques. Institut d'hygiène et sécurité industrielle, Département : Environnement & Génie des Procédés.

- Kouabenan, D. R. (2007).** Incertitude, croyances et gestion de la sécurité. *Le travail humain*, 70(3), 271-287.
- Laohote, B. (2007).** Les précipitations en zone soudanienne tchadienne durant les quatre dernières décennies (60-99) : variabilité et impacts. (These de Doctorat) Université de Nice, France.
- Ledoux, B. (2006).** *La gestion du risque inondation*. Éditions Tec & Doc.
- Ledoux, B., & Bonnefoy, J.-L. (1994).** Deux approches du risque d'inondation en France. *Mappemonde*, 36(4), 23-26. <https://doi.org/10.3406/mappe.1994.1158>
- Leumbe, O. L., Bitom, D., Mamdem, L., & Tiki, D. (2015).** Cartographie des zones à risques d'inondation en zone soudano-sahélienne : Cas de Maga et ses environs dans la région de l'extrême-nord Cameroun.
- Livangou, M. L. M. (2018).** Vulnérabilité des ménages face aux risques d'inondation, d'érosion et aux risques sanitaires lié à un assainissement inadéquat : Cas des quartiers marchés Mpièrè-Mpièrè et champs de tirs, Moukondo, Ngambio et Mikalou-Madzouna. *Environmental and Water Sciences, public Health and Territorial Intelligence Journal*, 2(3), 38-48.
- Luc D.** Facteurs anthropiques et environnementaux de la recrudescence des inondations au Sahel.
- Madi (2014)** dans un mémoire intitulé contribution à l'étude des crues pour une gestion du risque aux inondations
- Madani, A. B. (2009).** Impact du changement climatique dans le système de Humboldt [PhD Thesis]. Université Paul Sabatier-Toulouse III.
- Mahadjir, A. I., & Moussa, I. (2019).** Les freins à l'autoproduction des logements durables à abéché, une ville secondaire du.
- Mahamat, N. M. (2021).** Croissance urbaine et problématique de l'accès aux soins de santé dans la ville d'Abèche à l'est du Tchad. Mémoire de Master, Université de N'Gaoundéré, Cameroun.
- Massouangui-Kifouala, M., et Mounsounou, C. C. M. (2021).** Vulnérabilité et résilience des quartiers précaires à brazzaville (république du congo) face au changement climatique : cas de soukissa et moukondzi-ngouaka.
- Mazurek, H. (2020).** *Le concept de vulnérabilité : Changer de point de vue*.
- Mbala, F. K., Longo-Mbenza, B., Fuele, S. M., Zola, N., Motebang, D., Nakin, V., Lokotola, C. L., Simbarashe, N., & Okwe, A. N. (2016).** Impact des saisons, des

- années El Nino/La Nina et des précipitations sur la morbi-mortalité des accidents vasculaires cérébraux à Kinshasa. *Journal des Maladies Vasculaires*, 41(1), 4-11.
- McKee, T., Doesken, N., & Kliest, J. (1993).** The relationship of drought frequency and duration to times scales, colorado climate center: Department of atmospheric science colorado.
- Morel, V., Deboudt, P., Deldrève, V., Longuépée, J., Maillefert, M., Masson, E., Meur-Férec, C., Petit, O., & Zuindeau, B. (2010).** Les risques environnementaux : Lectures disciplinaires et champs de recherches interdisciplinaires.
- Ngamo, L., & Goudoum, A. (2017).** Insécurité alimentaire et résilience par la protection des denrées en zone soudano-sahélienne du Cameroun.
- Ngardinga, N., Foudoussia, I. A., et Djondimadji, F. (2012).** Evaluation des besoins dus aux inondations dans la tadjile, mayo kebbi est, mayo kebbi ouest.
- Ngo, A. T. (2014).** Evaluation environnementale du risque d'inondation dans le delta du fleuve Ha Thanh (centre Viêt-Nam). Thèse de Doctorat. Université d'Orléans.
- Ngathie NGOM, (2013).** Vulnérabilité de la commune d'arrondissement de Thiès-nord (ville de Thiès) aux inondations ; mémoire de Master Université Cheikh Anta Diop de Dakar - Master 2013
- Nouaceur, Z. (2015).** « La reprise des pluies et la recrudescence des inondations en Afrique de l'Ouest sahélienne », *Physio-Géo* [En ligne], Volume 15 | 2020
- Palmer (1965).** Meteorological Drought. Research Paper No. 45, 1965, 58 p.
- Percival, S. (2006).** *10 VULNÉRABILITÉ ET RISQUES.*
- Pias, J., Tréno, L., & ill. (s. d.).** *Sols de la région est du Tchad : Plaines de piedmont, massifs du Ouaddaï et de l'Ennedi.*
- Quenault, B. (2012).** Changements climatiques et sécurité humaine : Quelles stratégies d'adaptation et d'atténuation pour les États du Sud. *F. Leloup, J. Brot, H. Gérardin (éds.), Acteurs publics et développement, Paris, Khartala, 207-226.*
- Quenault, B. (2015).** La vulnérabilité, un concept central de l'analyse des risques urbains en lien avec le changement climatique. *Les Annales de la recherche urbaine, 110.*
- Quénot, H., & Ollat, N. (2015).** Changement climatique. De modèles prédictifs mondiaux vers des méthodes d'adaptation à l'échelle de l'exploitation viticole. *Revue des Oenologues et des Techniques Vitivinicoles et Oenologiques, 155, 7-8.*
- Roche, M.-A. (s. d.).** Ecoulement de surface, alimentation des nappes et transport solide des ouadis Fera, Kadjemeur et Sofoya (République du Tchad) : Rapport définitif 1965-1966.

- Romarc, D. (2021).** Variabilité climatique et risque d'inondation dans la ville de N'Ndjamena (cas du 1er arrondissement) et dans la ville de Kousseri. Mémoire de Master, Université de Dschang, Cameroun.
- Robert Magnani. (1999).** Guide d'Echantillonnage.
- Rogers, R. W. (1983).** Processus cognitifs et physiologiques dans les messages de peur et le changement d'attitude : une théorie révisée de la motivation à la protection. *Psychophysologie sociale : un recueil de sources*, 153-176.
- Rufat, S. (2017).** Comment analyser la vulnérabilité aux inondations ? Approches quantitatives, qualitatives, francophones et anglophones : *Annales de géographie*, N° 715(3), 287-312. <https://doi.org/10.3917/ag.715.0287>
- Saha, F., Nkemta, D. T., Tchindjang, M., Voundi, É., &Fendoung, P. M. (2018).** Production des risques dits « naturels » dans les grands centres urbains du Cameroun. *Natures Sciences Sociétés*, 26(4), 418-433.
- Saïdou BANI et Samuel (2016).** RISQUES D'INONDATION DANS LA VILLE DE OUAGADOUGOU : CARTOGRAPHIE DES ZONES A RISQUES ET MESURES DE PREVENTION Université Aube Nouvelle Burkina Faso 2016 ;
- Souleymane SENE et Pierre OZER (2002).** Évolution pluviométrique et relation inondations – événements pluvieux au Sénégal. *Bulletin de la Société géographique de Liège*, 42, 2002, 27-33.
- Souleyman, M. S., Tellah, M., Dassidi, N., Ngarledji, P., &MopateLogtene, Y. (2021).** Origine du poisson et système de commercialisation à Abéché au Tchad. *Journal of Applied Biosciences*, 158, 16299-16309. <https://doi.org/10.35759/JABs.158.4>
- Tanguay, L.-P. (2017).** Analyse géographique de la vulnérabilité de la population associée aux inondations dans trois municipalités québécoises : Châteauguay, Montmagny et Sainte-Brigitte-de-Laval [PhD Thesis]. Université Laval.
- Tchindjang, M., &Fendoung, P. M. (2019).** Chapitre 22. Une Afrique Atlantique avec des villes sous l'eau ! Construire des villes côtières sans inondations ?
- Tchindjang, M., MbevoFendoung, P., &Bopda, A. (2019).** Une Afrique Atlantique avec des villes sous l'eau ! Construire des villes côtières sans inondations ? Construire la ville portuaire de demain en Afrique Atlantique.
- Tob-Ro N., Mbaindoh B., et BouyoKwin J-N., 2019.** Analyse de l'offre de transport par motos-taxis et rakcha dans la ville d'Abéché, Tchad. *Revue se déplacer dans les*

métropoles africaines, Edition le harmattan Côte d'Ivoire, ISBN : 978-2-343-19478-3, pp 4-30.

- Tomety, Y. D. (2017).** Exposition et vulnérabilité face aux risques d'inondation au Burkina Faso : Cas de la ville de Dori. <http://hdl.net/2268.2/3277>
- Tomety, Y. D., Dewals, B., et Ozer, P. (2017).** Exposition et vulnérabilité face aux risques d'inondation au Burkina Faso : Cas de la ville de Dori.
- Villa, J., & Bélanger, D. (2012).** Perception du risque d'inondation dans un contexte de changements climatiques : Recension systématique des articles scientifiques sur sa mesure (1990-2011). Direction de la santé environnementale et de la toxicologie, Institut national de santé publique Québec ; Centre de recherche du CHUL (CHUQ), Université Laval.
- Vischel, T., Lebel, T., Panthou, G., Quantin, G., Rossi, A., & Martinet, M. (2015).** Chapitre 2. Le retour d'une période humide au Sahel
- In B. et al (2015),** Les sociétés rurales face aux changements climatiques et environnementaux en Afrique de l'Ouest (p. 43-60). IRD Éditions. <https://doi.org/10.4000/books.irdeditions.8937>
- Vissin, E. W. (2007).** Impact de la variabilité climatique et de la dynamique des états de surface sur les écoulements du bassin béninois du fleuve Niger. (Thèse de Doctorat). Cotonou, Université Abomey Calavi, Bénin.
- Woloszyn, P., & Quenault, B. (2013).** Vulnérabilité territoriale et résiliences : Résistances et capacités adaptatives face aux aléas climatiques. International Conference of Territorial Intelligence " Territorial Intelligence, Socio-Ecological Transition and Resilience of the Territories".
- Yonkeu, S., & BANI, S. S. (2016).** Risques d'inondation dans la ville de ouagadougou : cartographie des zones à risques et mesures de prévention.

- RAPPORTS

CCNUCC. (2007). Rapport sur le développement humain : pérenniser le progrès humain.

CCNUCC. (2020). Vers un cadre de transparence renforcée dans le cadre de l'Accord de Paris.

Cluster. (2020). Sitrep sur les inondations au Tchad, octobre 2020.

GIZ. (2015). Plan national d'adaptation du secteur de la sante aux effets des changements climatiques (pnas).

GIZ. (2021). Profil de Risque Climatique, Tchad.

GIEC. (2001). Bilan 2001 des changements climatiques : Conséquences, adaptation et vulnérabilité.

GIEC. (2007). Changements climatiques 2007. Rapport de synthèse. Bilan 2007 des changements climatique : rapportdesynthèse.114p.

GIEC. (2012). Rapport spécial sur la gestion des risques de catastrophes et de phénomènes extrêmes pour les besoins de l'adaptation au changement climatique.

GIEC. (2014). Changements climatiques 2014 : Incidences, adaptation et vulnérabilité Résumés, foire aux questions et encarts thématiques. Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.

IPCC. (2014). Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

Manuel. (2019). Analyse des vulnérabilités et des capacités d'adaptation aux changements climatiques, version 2.0 Plateforme CARE sur le changement climatique et la résilience (CCRP) version 2.

Ministère de l'Economie, de la Planification et du Développement. (2014).

OCDE. (2003). *Les risques émergents au XXIe siècle : Vers un programme d'action.* OECD.
<https://doi.org/10.1787/9789264101234-fr>

OCHA. (2012). Bulletin humanitaire du Tchad.

OCHA. (2022a). Aperçu des catastrophes naturelles liées à la saison pluvieuse : situation au 29 juillet 2022.

OCHA. (2022b). Aperçu des catastrophes naturelles liées à la saison pluvieuse : situation au 14 août 2022.

OCHA. (2022c). Aperçu des inondations : situation au 10 septembre 2021.

OCHA. (2022d). Aperçu des inondations : situation au 11 septembre 2022.

OCHA. (2022e). Aperçu des inondations : situation au 17 septembre 2021.

OCHA. (2022). Aperçu des inondations : situation au 21 août 2022.

OCHA. (2022). Aperçu des inondations : situation au 24 septembre 2021.

PCD. (2016). Plan de Développement communal d'Abéché. Rapport Diagnostic de la Commune d'Abéché, 96 p.

PNA. (2021). Premier plan national d'adaptation au changement climatique de la république du Tchad.

Rapport Ministère de l'Environnement, de l'Eau et de la Pêche. (2017). Stratégie Nationale de Lutte contre les Changements Climatiques au Tchad.

République du Tchad. (1967). Loi portant Statut des biens domaniaux du Tchad, Loi 67-23. N'Djamena.

République du Tchad. (2010). Diagnostic Abéché 2010. Urbaplan, PADUR, 86 p.

République du Tchad. (2021). Premier plan national d'adaptation au changement climatique de la république du Tchad.

Réunion cluster santé. (2021, août 26). Mise à jour inondation.

SNLCC. (2017). Stratégie nationale de lutte contre les changements climatiques au Tchad.

Urbaplan. (2008). Etude d'impact environnemental et social des sous projets du PADUR pour la ville d'Abéché « Renforcement de l'adduction d'eau et amélioration du drainage des eaux pluviales ».

- **WEBOGRAPHIE**

[https://www.google.com/search?q=Madi+\(2014\)](https://www.google.com/search?q=Madi+(2014)), Consulté 22 avril 2022

<http://journals.openedition.org/physio-geo/10966;D> <https://doi.org/10.4000/physio-geo.10966> mis en ligne le 13 avril 2020, consulté le 13 décembre 2021.

http://www.ipcc.ch/pdf/assessment report/ar4/syr/ar4_syr_fr.pdf Consulté 20 mai 2022

<https://www.isimip.org> . Consulté 22 avril 2022

<https://unfccc.int/sites/default/files/resource/tcdnc2.pdf> Consulté 22 avril 2022 Consulté 22 avril 2022

https://www.adaptationcommunity.net/wp-content/uploads/2021/01/GIZ_Climate-Risk Consulté 212 juin 2022

<https://climateinformation.org> Consulté 14 juin 2022

http://www.ipcc.ch/pdf/assessment report/ar4/syr/ar4_syr_fr.pdf Consulté 22 avril 2022


<https://doi.org/10.4000/vertigo.11988> Consulté 22 avril 2022

<http://journals.openedition.org/vertigo/19891>; DOI : <https://doi.org/10.4000/vertigo.19891>, 13 décembre 2021. URL :

ANNEXES

Annexe1 : Attestation de recherche

UNIVERSITE DE YAOUNDE I
UNIVERSITY OF YAOUNDE I



FACULTE DES ARTS, LETTRES ET SCIENCES HUMAINES	FACULTY OF ARTS, LETTERS AND SOCIAL SCIENCES
DEPARTEMENT DE GEOGRAPHIE B.P 755 Yaoundé Tél. 22 22 24 05	DEPARTMENT OF GEOGRAPHY P.O BOX 755 Yaoundé Tel. 22 22 24 05

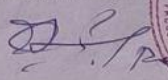
ATTESTATION DE RECHERCHE


Je soussigné, Pr. PAUL TCHAWA
Chef du Département de Géographie, atteste que
Monsieur MAHAMAT AHMAT TIDJANI
Matricule: 201446
Est inscrit(e) au cycle de : MASTER (2021-2022)
Spécialité : Dynamiques de l'Environnement et Risques.

Et prépare une thèse sur le sujet : LA VULNERABILITE DE LA POPULATION AUX
INONDATIONS DANS LA VILLE D'ABECHE (TCHAD).
A cet égard, je prie toutes les personnes ressources et tous les organismes sollicités de lui
réservé un bon accueil et de lui apporter toute l'aide nécessaire à sa réussite de cette
recherche dont la contribution à l'appui au développement ne fait pas de doute.

Fait à Yaoundé le 11/3 JUIL 2022

LE CHEF DE DEPARTEMENT


Clement Anguh Nkwemoh
Associate Professor (M.C)
University of Yaoundé I



Annexe 2 : Autorisation de recherche

REPUBLIQUE DU TCHAD
PROVINCE DU OUADDAI
DEPARTEMENT DE OUARA
COMMUNE D'ABECHE
SECRETARIAT GENERAL

UNITE - TRAVAIL - PROGRES
 وحدة - عمل - تقدم

جمهورية تشاد
 ولاية وادي
 محافظة وارا
 بلدية أبشة
 الأمانة العامة

N° 026 /POD/DO/CA/SG/2022



AUTORISATION DE RECHERCHE

Je soussigné, **MAHAMAT SALEH AHMAT ADAM**, Maire de la ville d'Abéché autorise les Etudiants dont les noms ci-dessous cites : MAHAMAT AHMAT TIDJANI, ALSOUNI AHMAT ABDELAZI, inscrits en Master à l'Université de Yaoundé 1 à mener leurs recherches dans la Ville d'Abéché plus précisément auprès de la population et institutions sur le thème : « La vulnérabilité de la population aux inondations dans la Ville d'Abéché ».

De ce qui précède, il est demandé aux Responsables des institutions ainsi que la population, de faciliter la tâche aux étudiants, pour un meilleur résultat.

En foi de quoi, la présente autorisation est délivrée pour servir et valoir ce que de droit.

Fait à Abéché, le 14 Septembre 2022

P.O Le Maire de la ville d'Abéché
 Le Maire 3^e Adjoint

Ampliation :

- Intéressés
- Archive

(1);
 (1).


DAUD DOUGOUS TAGUILO

Annexe3 : le questionnaire

QUESTIONNAIRE AUX HABITANTS DE LA VILLE ABECHE AGES DE PLUS DE 40 ANS ET VIVANT A ABECHE OU SES ENVIRONS DEPUIS AU MOINS 30 ANS OU PLUS.

BON A SAVOIR : Le présent questionnaire a été élaboré par MAHAMAT AHMAT TIDJANI (mahamatahmattidjani35@.com, téléphone : +235 66918656/ +237 697641113) dans le cadre de la rédaction de son mémoire de Master en Géographie à l'université de Yaoundé I, portant sur le thème : Vulnérabilité aux inondations dans le contexte des changements climatiques à Abéché (climat sahélien, Région du Ouaddaï, Tchad), sous la direction du Docteur FEUMBA Rodrigue Aimé (Chargé de cours, expert en changements climatiques, email rfeumba@yahoo.fr , téléphone +237 677643623)

Code de Confidentialité : Les informations obtenues à travers ce document sont confidentielles et ne peuvent en aucun cas être utilisés à des fins de contrôle ou de répression économique.

Identification du lieu de l'entretien et de l'enquêteur

FICHE N° /___ / ; Date de l'enquête (JJ-MM-AA) : /___ /___ /___ / Localité ou quartier du ménage ou de la personne interviewée : _____ ; Arrondissement _____

Coordonnées Géographiques :
X _____ Y _____ Z _____

Identification de l'interlocuteur (âgé d'au moins 40 ans avec au moins 30 sur place/ZAE) :

Age /___ / ; Sexe /___ / ; Situation matrimoniale /___ / ; Ethnie _____ ; langues parlées _____

Religion /___ / Ancienneté dans la ville ou ses environs _____ Motif de migration _____

Ne Nombre de personnes à charge (ménage) ; Epouse/___ / ; Parents/___ / ; Enfants/___ / ; Autres/___ / Total

Savez-vous lire et écrire ? Oui/___ / ; Non/___ / ; si oui, quelles langues ? _____

Niveau de scolarisation : Ecole primaire /___ / ; Secondaire/___ / ; Universitaires/___ / ; aucun/___ /
Autres _____

Avez-vous appris un métier, si oui le quel : Activité principale Revenus mensuels

Activités secondaires _____ Revenus mensuels _____

ELEMENTS EXPOSES (exposition)

Ecosystèmes

Ouadis : Principalement/___ / ; Secondairement/___ / ; Accessoirement/___ / Description : _____

Eau stagnante : Principalement/___ / ; Secondairement/___ / ; Accessoirement/___ /

Nappes : Principalement/___ / ; Secondairement/___ / ; Accessoirement/___ /

Végétation : Principalement/___ / ; Secondairement/___ / ; Accessoirement/___ /

Sol : Principalement/___ / ; Secondairement/___ / ; Accessoirement/___ /

Infrastructures

Concessions/maisons : Principalement/___/ ; Secondairement/___/ ; Accessoirement/___/
 Routes : Principalement/___/ ; Secondairement/___/ ; Accessoirement/___/
 Centres de santé : Principalement/___/ ; Secondairement/___/ ; Accessoirement/___/
 Boutiques/hangars : Principalement/___/ ; Secondairement/___/ ; Accessoirement/___/
 Etablissement scolaire : Principalement/___/ ; Secondairement/___/ ; Accessoirement/___/
 Batimentsdivers :(mosquée, église,monument) :Principalement/___/;Secondairement/___/
 Accessoirement/___/
 Réseau de distribution d'eau potable : Principalement/___/ ; Secondairement/___/ ;
 Accessoirement/___/
 Réseaux d'Assainissement des déchets : Principalement/___/ ; Secondairement/___/ ;
 Accessoirement/___/
 Réseaux de télécommunication : Principalement/___/ ; Secondairement/___/ ;
 Accessoirement/___/
 Réseaux Électricité et gaz : Principalement/___/ ; Secondairement/___/ ; Accessoirement/___/
 Réservoir d'eau, conduites : Principalement/___/ ; Secondairement/___/ ; Accessoirement/___/

Activités économiques

Transport : Principalement/___/ ; Secondairement/___/ ; Accessoirement/___/
 Production des briques : Principalement/___/ ; Secondairement/___/ ; Accessoirement/___/
 Perte des marchandises : Principalement/___/ ; Secondairement/___/ ; Accessoirement/___/
 Restauration : Principalement/___/ ; Secondairement/___/ ; Accessoirement/___/
 Perte d'argent : Principalement/___/ ; Secondairement/___/ ; Accessoirement/___/
 Destruction des boutiques et hangars : Principalement/___/ ; Secondairement/___/ ;
 Accessoirement/___/

Santé des personnes

Blessure : Principalement/___/ ; Secondairement/___/ ; Accessoirement/___/ Description :

Maladies : Principalement/___/ ; Secondairement/___/ ; Accessoirement/___/ Description :

Décès : Principalement/___/ ; Secondairement/___/ ; Accessoirement/___/ Description :

Déplacement : : Principalement/___/ ; Secondairement/___/ ; Accessoirement/___/ Description :

Agriculture périurbaine Principalement/___/ ; Secondairement/___/ ; Accessoirement/___/
 Description :

Elevage Principalement/___/ ; Secondairement/___/ ; Accessoirement/___/ Description :

Perceptions du climat et des aléas liés à la variabilité ou aux changements climatiques

Comment appelle –t-on dans votre langue :

Climat _____ ? Signification ; _____

Et **le** _____ **temps** _____ ;
 signification _____

Et **la saison** : _____ ? Signification ; _____ combien en distinguer vous ?

Et **la saison sèche** _____ ; signification

Les **inondations** _____ ; signification

Le climat constitue pour **les écosystèmes** : une ressource /_/ ; une contrainte /_/ ; les deux à la fois Expliquez _____

Le climat constitue pour **les infrastructures** : une ressource /_/ ; une contrainte /_/ ; les deux à la fois Expliquez _____

Le climat constitue pour **les activités économiques** : une ressource /_/ ; une contrainte /_/ ; les deux à la fois Expliquez _____

Le climat constitue pour **agriculture périurbaine** : une ressource /_/ ; une contrainte /_/ ; les deux à la fois Expliquez _____

Le climat constitue pour **l'élevage** : une ressource /_/ ; une contrainte /_/ ; les deux à la fois Expliquez _____

Le climat constitue pour **la santé de personne** : une ressource /_/ ; une contrainte /_/ ; les deux à la fois Expliquez _____

Trouvez-vous que le climat/temps de votre localité vous est globalement favorable ? /___/ justifier

Considérez-vous que le climat de votre localité ait changé ? /___/ ; si oui depuis environ combien de temps ? _____ ? Expliquez Quel est selon vous la cause des changements climatiques ? _____

Peut-on remédier à ces changements ? /___/ comment ? _____

Y'va-t-il dans votre localité ou quartier des métiers de climat (faiseurs ou bruleurs de pluies) /___/ ; appellations et rôles _____

Aléas ou changements (perception des tendances et des extrêmes)	Réponse		Durée	Explications
	Ou i	Non		
Précipitations/ pluies ; appellation locale _____ ; signification _____ ; type : _____				
Augmentation de la fréquence des pluies				
Diminution de la fréquence des pluies				
Augmentation de la durée des pluies				
Diminution de la durée des pluies				
Augmentation de la durée de la SP				
Diminution de la durée de la SP				
Augmentation de la durée de la SS				
Diminution de la durée de la SS				
Changement de la date de début de la SP				
Changement de la date de fin de la SP				
Changement de la date de début de la SS				
Changement de la date de fin de la SS				
Augmentation de la quantité des pluies				
Diminution de la quantité des pluies				
Augmentation des grandes pluies (en nbre/fréquence)				
Diminution des grandes pluies (en nbre/fréquence)				

Augmentation de la fréquence des inondations				
Diminution de la fréquence des inondations				
Augmentation de la fréquence des sècheresses				
Diminution de la fréquence sècheresses				
Augmentation de la fréquence de séquences sèches				
Augmentation de la durée de séquences sèches				
Pluies dans une localité sans concerner le voisinage				
Températures appellation locale _____ ; signification _____ ; type : _____				
Augmentation des températures				
Diminution des températures				
Augmentation du nombre de jours chauds				
Diminution du nombre de jours chauds				
Augmentation du nombre de jours froids				
Diminution du nombre de jours froids				
Ensoleillement appellation locale _____ ; signification _____ type : _____				
Augmentation de la durée de l'ensoleillement				
Diminution de la durée de l'ensoleillement				
Augmentation de l'intensité de l'ensoleillement				
Diminution de l'intensité de l'ensoleillement				
Vents : appellation locale _____ ; signification _____ type : _____				
Changement de direction de vents				
Augmentation de la vitesse/violence des vents				
Diminution de la vitesse/violence des vents				
Augmentation de l'occurrence des vents violents entraînant dégâts				
Diminution de l'occurrence des vents violents entraînant dégâts				

Souvenirs des extrêmes climatiques :

Inondations catastrophiques : date (S) _____ ; description _____

Sècheresses catastrophiques : date (S) _____ ; description _____

Vents catastrophiques : date (S) _____ ; description _____

Périodes très chaudes/torrides : Date (S) _____ ; description _____

Périodes très chaudes/torrides/vague de chaleur : Date (S) _____ ; description _____

Autres mauvais souvenirs des extrêmes climatiques ? Date (S) _____ ; description _____

Perception des autres changements environnementaux (Terres, sol, eaux, flore, faune)
 Evolution des terres agricoles : En augmentation /___/ ; En diminution /___/ ; Constant /___/ ;
 Justification _____
 Qualité des sols : Médiocre /___/ ; Peu fertile /___/ ; fertile /___/ ; Très fertile/___/ ;
 Justification _____
 Niveau de dégradation des sols Nul /___/ ; faible /___/ ; élevé /___/ ; Très élevé/___/ ;
 Justification _____
 Type de végétation : savane/___/ ; forêt/___/ ; steppe /___/ ; Autres à préciser _____
 Evolution de la végétation : En dégradation /___/ ; En développement /___/ ; Constant /___/ ;
 Justification _____
 Faune sauvage : très abondante /___/ ; abondante/___/ ; peu abondante/___/ ; autre à préciser _____
 Pedro-faune : très abondante /___/ ; abondante/___/ ; peu abondante/___/ ; expliquer _____
 Hydrographie : très dense/___/ ; dense/___/ ; peu dense/___/ ; autres à préciser _____
 Profondeur des nappes : très proche ; proche /___/ ; très profonde/___/ ;

Tableau des impacts des inondations sur **les écosystèmes** et évaluation des adaptations à l'œuvre

Dimension	Aléas climatiques	Impacts	Mesures d'adaptation	Appréciation des mesures	Suggestions/attentes pour amélioration
Ouadis					
Eau stagnante					
Nappes souterraines					
Végétation					
Sol					

Tableau des impacts des inondations sur **les infrastructures** et évaluation des adaptations à l'œuvre

Dimension	Aléas climatiques	Impacts	Mesures d'adaptation	Appréciation des mesures	Suggestions/attentes pour amélioration
Bâtiments Concession/maisons					
Boutiques /hangars					
Routes/goudrons Voies d'évacuation					
Centre de santé/hôpitaux					
Réseau de distribution d'eau potable					
Réseau électriques et Gaz					

Etablissement scolaire					
Réseau de télécommunication					

Tableau des impacts des inondations sur **les activités économiques** et évaluation des adaptations à l'œuvre

Dimension	Aléas climatiques	Impacts	Mesures d'adaptation	Appréciation des mesures	Suggestions/attentes pour amélioration
Commerce (marchandises et argent)					
Le transport					
Restauration					
Production des briques					

Tableau des impacts des inondations sur **l'agriculture périurbaine et l'élevage** et évaluation des adaptations à l'œuvre

Dimension	Aléas climatiques	Impacts	Mesures d'adaptation	Appréciation des mesures	Suggestions/attentes pour amélioration
Agriculture périurbaine					
Elevage					

Tableau des impacts des inondations sur **la santé des personnes** et évaluation des adaptations à l'œuvre

Dimension	Aléas climatiques	Impacts	Mesures d'adaptation	Appréciation des mesures	Suggestions/attentes pour amélioration
Séparation des familles					
Maladies, Troubles mentales					
Déplacement					
Décès					

VULNERABILITE DE LA POPULATION AUX INONDATIONS A ABECHE.

Analyse de la vulnérabilité physique	
Quelle était la hauteur d'eau de l'inondation qui vous a beaucoup marqué ? 1m 2. 7cm 3. 5cm 4. 2cm 5. Autres	
Comment trouvez-vous la topographie du quartier ? 1. sur une pente dans une 2. Dépression 3. Sur le passage d'eau	
La proximité de votre maison des ouadis Proche 2- très proche 3- dans le lit de ouadis 4- éloigné des ouadis	
Quel est la nature du sol dans votre quartier ? 1. sableux 2. Argileux 3. Argileux-sableux	

Analyse de la vulnérabilité sociale	
Age des personnes enquêtées	
Sexe	
Revenu mensuel	
Nombre des personnes à charge	
Niveau d'instruction	
Nombre des personnes atteintes par une maladie hydrique	
Existe-t-il un centre de santé dans votre quartier ? 1- oui 2- non	
Sur une échelle de 1 à 5 (1 = risque très élevé, 2= risque élevé, 3= risque moyen, 4 = risque faible, 5 = risque très faible), A combien classeriez-vous actuellement le risque d'inondation dans votre quartier ?	

Analyse de la vulnérabilité économique	
Les inondations ont affecté votre activité ? 1. OUI 2. NON	
Si oui quel est le temps de retours aux activités ? Moins de 48h 2. Plus de 48h	

Analyse de la vulnérabilité infrastructurelle	
Existe-t-il une route praticable dans votre quartier ? 1. OUI 2. NON	
Votre accessibilité à une route praticable 1- facile 2- difficile 3- très difficile	
Quel type de moyen de transport utilisez-vous ? 1-moto 2-Rakcha 3-voiture individuelle	
Quelle est votre distance avec le centre de santé le plus proche ? 200-400m 400m-1km plus de 1km	
Vulnérabilité liée au type de bâti	
Quel est votre type de matériaux de construction ? 1-argile 2- paille 3- ciment	
Quel est votre type d'habitat ? 1- en argile 2- en dur 3- semi dur 4- banco	

<p>1. OUI</p> <p>2. NON</p>
<p>1. Moins de 24h 2. De 24h à 48h 3. De 48h à 2 jrs 4. De 5 à 10jrs 5. De 10j +</p>
<p>Vulnérabilité des infrastructures de drainage</p>
<p>1. Oui 2- Non</p>
<p>2- remplie des sables 3- sous dimensionnés</p>
<p>Vulnérabilité liée aux précarités des services publics</p>
<p>1. Moins de 48 2. Plus de 48h</p>
<p>1-oui 2- Non</p>
<p>Où déposez- vous vos déchets</p>

<p>Analyse de la vulnérabilité institutionnelle</p>
<p>1. Oui 2. Non</p>
<p>Oui 2. Non</p>
<p>1- Oui 2- non</p>
<p>1- loti 2- anarchique</p>
<p>1- obstrué 2- non obstrué</p>
<p>Gouvernance locale</p>
<p>1 (niveau faible). 2 (niveau élevé)</p>
<p>1. OUI 2. NON</p>

CAUSES ET METHODES D'ADAPTATION

<p>1. Oui 2. Non</p>
<p>1. Déficitaire 2. Excédentaire</p>
<p>1. Nature du site 2. Mauvais aménagement 3. Augmentation des pluies</p>
<p>1. Tout le quartier 2. Certaines maisons</p>
<p>1. difficile 2. Facile 3. Très difficile</p>
<p>Perte en vies humaines ?</p>

Nombre des maisons détruites	2. Cout et temps de réparation ?
------------------------------	----------------------------------

Quelles méthodes utilisez-vous pour lutter contre les inondations ? Création des digues 2. Paver la cour de la maison 3. Remblais 4. Pneu 5. Sacs de ciment autres

Demande (besoins) et offres en informations et services climatologiques

Dimension	Offres actuelles en services météorologique (niveau de satisfaction)	Besoins en informations et services météorologiques (demande)	Suggestions
Ecosystème	Prévisions annuelles	Prévisions annuelles	
Economique	Prévisions saisonnières	Prévisions saisonnières	
Sociale	Prévisions mensuelles	Prévisions mensuelles	
Infrastructure	Prévisions décennales	Prévisions décennales	
Commerçants	Prévisions hydrologiques (débits)	Prévisions hydrologiques (débits)	
Agriculteurs	Bilan hydrique des sols	Bilan hydrique des sols	
Eleveurs	Bilan climatologique annuel	Bilan climatologique annuel	
Usagers	Bilan hydrologique	Bilan hydrologique	

Annexe 4 : guide d'entretien avec les services concernés

Entretiens avec le service de CADASTRE
Selon vous quelles sont les causes des inondations dans la ville d'Abéché ?
La ville d'Abéché possède-t-elle un plan urbanistique ? Pouvez-vous nous fournir ce plan ?
Si oui Existe-t-il des endroits non propices pour l'urbanisation dans ce plan ? 1. Oui 2. Non
Si oui pouvez-vous nous citer quelques-uns ?
Comment expliquez-vous l'occupation des zones inondables ?
Selon vous quels sont les stratégies d'acquisition des terrains à bâtir dans la ville d'Abéché ?
La construction des habitats respecte-t-il les normes urbanistiques dans cette ville ? Oui 2. Non
Si non pourquoi ? Et si oui selon vous qu'est ce qui explique ces inondations ?
Existe-t-il des plans locaux de gestion des risques de catastrophes ? Oui 2. Non

Entretiens avec La mairie de la ville d'Abéché
Selon vous quelles sont les causes des inondations dans la ville d'Abéché ?
La pluie 2. L'aménagement 3. Autres
Si autres précisez ?
Selon vous quels sont les impacts des inondations dans la vie de la population ?
Comment expliquez-vous l'occupation des zones inondables dans la ville d'Abéché ?
Avez-vous des stratégies de gestion des inondations dans la ville d'Abéché ?
Si oui pouvez-vous nous dire comment vous procédez et quelles sont vos stratégies ?

Êtes-vous le seul acteur de gestion des inondations dans la ville d'Abéché ? Oui 2. Non
Si non qui sont les autres ?
Existent-elles des zones à risque dans la ville d'Abéché ? 1. Oui 2. Non
Si Oui les quelles ?
Selon vous quels sont les stratégies d'acquisition des terrains à bâtir dans la ville d'Abéché ?
Rencontrez-vous des difficultés lors des inondations ?
Si Oui les quelles ?
Selon vous quel est le degré de la vulnérabilité de la ville face à ces inondations ? Élevée 2. Moins élevée
Combien de types des inondations avez-vous enregistré où recenser jusqu'à maintenant ?
Selon vous quels sont les mesures ou les stratégies à entreprendre pour faire face ou lutter contre ces inondations ?

Entretiens avec les Centres de santé
Selon vous quels sont les effets des inondations dans la santé de la population ?
Quelles sont les maladies hydriques causées par les inondations ? Fièvre typhoïdes chikonginia autres
Combien des maladies hydriques avez-vous recensé les jours des inondations ?
Avez-vous des stratégies de lutte contre les maladies hydriques ? Oui 2. Non
Si non comment vous gérez les crises ?
Rencontriez-vous des difficultés pendant les inondations ?
Quels sont les conseils que donneriez-vous à la population lors des inondations ?
Que demanderiez-vous de l'Etat et les ONG pour renforcer la santé de la population pendant les inondations ?
Est-il arrivé qu'il y ait des victimes durant les inondations ? Oui 2. Non
Si oui quand ? Et combien ?

Annexe 5 : Données climatiques de la ville d'Abéché

Pluie mensuelle Abeche													
Années	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Cumul
1991,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,7	21,5	68,8	218,2	8,3	0,0	0,0	0,0	341,5
1992,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,8	10,1	71,0	174,6	43,9	4,2	0,0	0,0	328,6
1993,0	0,0	0,0	0,0	14,3	5,5	13,8	45,4	101,6	8,3	28,3	0,0	0,0	217,2
1994,0	0,0	0,0	0,0	5,1	1,6	4,6	51,5	168,0	144,0	0,5	0,0	0,0	375,3
1995,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	41,8	125,2	167,8	46,0	4,8	0,0	0,0	388,1
1996,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,5	13,0	72,5	194,7	32,0	0,2	0,0	0,0	328,9
1997,0	0,0	0,0	0,0	6,5	41,7	99,2	72,0	118,0	46,6	4,0	0,0	0,0	388,0
1998,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	17,6	173,8	193,5	100,3	11,5	0,0	0,0	497,9
1999,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	216,2	224,3	94,7	0,0	0,0	0,0	539,7
2000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6	141,9	79,2	52,0	9,4	0,0	0,0	288,1
2001,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	44,1	89,6	138,0	40,8	0,0	0,0	0,0	312,5
2002,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	150,5	167,8	51,3	0,0	0,0	0,0	369,6
2003,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	42,6	190,8	141,6	39,9	7,9	0,0	0,0	426,6
2004,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,8	45,4	147,3	136,0	18,6	0,0	0,0	0,0	368,1
2005,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,2	22,1	100,6	147,8	65,9	0,0	0,0	0,0	346,6
2006,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	44,4	112,4	177,7	61,1	5,2	0,0	0,0	401,0
2007,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	10,0	181,9	82,7	49,4	0,0	0,0	0,0	327,7
2008,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,3	52,8	21,8	37,2	51,4	0,0	0,0	0,0	169,5
2009,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	45,3	61,9	16,7	0,0	0,0	0,0	123,9
2010,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,7	123,5	39,0	32,9	8,0	0,0	0,0	224,1
2011,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,8	16,8	11,9	71,1	86,6	0,0	0,0	0,0	201,2
2012,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,4	36,9	127,7	146,0	72,8	0,0	0,0	0,0	395,8
2013,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	4,0	28,5	186,6	19,4	0,0	0,0	0,0	239,1
2014,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9	0,0	127,2	124,7	41,4	0,0	0,0	0,0	297,2
2015,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	0,0	175,8	136,2	63,2	0,0	0,0	0,0	383,2
2016,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,9	32,4	121,6	116,8	10,4	0,0	0,0	0,0	289,1
2017,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	52,5	101,3	172,0	54,2	0,0	0,0	0,0	387,0
2018,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	96,0	35,4	114,3	10,0	0,0	0,0	0,0	255,7
2019,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,9	28,9	73,8	164,6	28,6	60,9	0,0	0,0	374,7
2020,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,4	81,6	225,3	110,3	16,2	0,0	0,0	448,8
2021,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,5	116,0	162,0	61,6	19,0	0,0	0,0	367,1

Températures minimales mensuelles en C° à Abeché													
Années	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Moyenne
1991	13,5	14,0	21,7	24,6	26,5	25,3	22,5	21,5	20,5	19,0	17,0	14,5	20,0
1992	13,4	15,1	20,8	25,0	26,6	25,6	23,9	22,9	22,2	20,7	18,6	17,3	21,0
1993	16,7	16,3	18,8	24,5	25,8	24,5	22,9	21,8	21,2	20,0	17,1	14,2	20,3
1994	15,3	16,3	21,9	23,4	25,3	26,0	22,1	21,6	21,4	18,0	15,1	15,2	20,1
1995	15,0	17,7	21,7	24,0	26,6	25,2	23,5	22,2	21,4	18,5	15,3	15,4	20,6
1996	14,9	14,1	21,9	24,7	25,8	25,1	23,0	22,3	22,8	23,3	19,2	17,2	21,2
1997	14,7	17,5	19,9	24,4	26,9	27,2	24,9	22,8	22,1	21,0	19,5	16,5	21,4
1998	16,0	21,4	19,6	22,6	26,2	26,6	23,2	21,4	21,4	19,8	17,3	15,0	20,9
1999	16,0	16,9	18,7	23,9	25,4	26,7	24,4	22,6	22,8	20,6	17,9	14,8	20,9
2000	12,5	16,2	20,6	24,4	25,7	24,8	23,8	22,1	21,7	20,0	17,7	16,5	20,5
2001	13,1	17,4	20,7	23,8	24,8	26,3	25,4	22,7	22,5	22,0	19,2	15,9	21,1
2002	14,7	19,0	21,7	24,2	25,1	26,1	22,8	22,4	22,7	23,0	19,7	16,8	21,5
2003	17,7	15,9	19,3	23,4	25,8	25,6	24,3	23,3	23,6	23,0	18,9	15,8	21,4
2004	14,4	20,7	21,7	23,5	24,7	27,1	23,6	22,7	21,9	20,4	17,8	17,7	21,3
2005	18,0	20,1	21,1	21,6	26,6	24,3	24,4	22,3	21,7	20,8	16,8	13,5	20,9
2006	12,8	17,3	20,5	24,0	26,4	26,0	23,9	22,3	21,4	21,1	18,9	15,7	20,9
2007	16,1	15,4	20,9	24,2	25,1	25,7	23,7	22,2	21,7	19,4	17,2	16,7	20,7
2008	17,1	18,7	20,5	26,1	25,8	25,5	23,2	22,8	22,1	21,4	19,3	16,1	21,5
2009	16,1	19,6	20,2	24,3	25,6	26,3	23,0	22,0	21,3	19,9	17,4	14,4	20,8
2010	13,7	19,3	19,2	24,1	24,7	24,1	23,9	22,1	20,9	19,8	15,6	14,0	20,1
2011	15,1	19,1	19,4	24,4	25,6	24,6	22,4	21,6	20,9	20,0	17,7	15,1	20,5
2012	17,4	19,4	21,3	23,2	25,2	24,6	23,7	22,0	20,8	18,8	18,2	15,5	20,8
2013	15,2	17,1	22,1	26,0	25,9	26,0	24,1	21,8	21,7	20,1	17,4	15,6	21,1
2014	12,6	19,0	22,5	21,4	25,3	25,9	24,6	22,7	22,3	21,6	18,0	13,3	20,8
2015	13,0	15,8	24,1	24,0	26,1	25,1	23,2	21,9	21,6	19,8	19,1	16,2	20,8
2016	17,7	16,7	20,7	24,4	26,5	25,3	22,9	22,4	21,6	19,0	18,1	16,8	21,0
2017	12,0	19,5	21,0	21,9	26,5	24,7	23,0	21,8	21,8	19,1	17,3	16,5	20,4
2018	17,9	19,3	21,9	24,2	25,8	24,2	23,3	21,6	21,9	21,1	15,2	13,6	20,8
2019	13,7	16,0	21,7	24,0	26,2	25,8	23,1	22,0	21,7	18,1	15,1	15,2	20,2
2020	14,9	17,5	21,9	23,7	26,2	25,0	23,1	21,9	21,7	19,4	17,0	15,7	20,7
2021	15,2	17,8	21,4	23,7	26,2	25,0	23,1	21,9	21,8	19,3	16,5	15,5	20,6

Vitesse moyenne du vent en m/s à Abeche													
Années	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	moy
1991	3,7	3,8	3,4	2,8	2,2	2,4	2,1	1,8	1,4	1,8	3,1	3,0	2,62
1992	3,6	3,4	3,4	2,6	2,5	2,7	2,7	2,3	1,9	2,0	3,0	3,0	2,75
1993	3,4	3,7	3,6	3,4	3,1	2,8	2,9	1,7	1,4	1,7	2,7	3,6	2,83
1994	3,1	3,1	3,0	2,7	2,7	2,5	2,5	1,7	1,3	1,9	2,5	3,3	2,52
1995	2,9	3,2	2,9	2,9	2,3	2,5	2,5	1,9	1,4	2,1	2,5	3,0	2,52
1996	3,4	4,1	3,5	2,4	2,5	2,6	2,7	1,8	1,7	1,9	2,6	2,9	2,68
1997	3,3	3,3	3,4	3,1	3,1	2,7	3,0	2,2	1,6	2,1	2,8	3,2	2,82
1998	3,0	3,1	3,3	4,0	2,8	2,4	3,0	1,6	1,3	1,7	3,0	3,0	2,68
1999	3,7	3,6	4,0	3,3	2,8	2,5	2,7	2,5	1,9	2,5	3,4	3,1	2,99
2000	3,3	3,3	3,3	3,6	3,1	2,1	2,3	1,9	1,5	2,5	3,2	3,0	2,76
2001	3,6	3,4	3,1	3,2	3,7	2,4	2,3	1,8	1,7	2,4	2,6	3,2	2,79
2002	3,1	3,0	3,3	3,1	2,7	2,4	2,4	2,0	1,8	2,4	3,2	3,1	2,71
2003	2,9	3,7	4,0	2,8	2,7	2,3	2,7	2,3	1,9	2,7	3,0	3,1	2,85
2004	3,4	3,7	3,7	3,3	3,0	2,5	2,3	1,6	1,3	2,4	3,2	2,9	2,77
2005	3,3	3,3	3,4	3,5	2,3	1,9	2,5	2,0	1,5	1,9	3,1	3,4	2,68
2006	4,0	3,3	3,6	3,5	2,5	2,7	2,6	1,8	1,6	2,7	3,5	3,4	2,93
2007	3,2	3,5	3,2	3,1	2,9	2,5	2,7	1,8	1,4	2,6	3,4	3,4	2,82
2008	3,3	3,6	3,7	3,0	3,2	2,4	2,5	2,1	1,5	1,7	2,9	3,0	2,75
2009	2,8	3,4	3,6	3,6	3,1	2,8	2,2	1,4	1,3	1,4	2,7	3,1	2,61
2010	3,5	3,5	4,5	3,3	3,0	2,3	2,6	1,9	1,5	2,1	2,8	3,2	2,86
2011	3,2	3,5	3,8	3,6	2,6	2,6	2,2	1,5	1,3	1,6	2,2	3,0	2,60
2012	3,1	3,2	3,2	3,3	2,8	2,3	2,7	2,0	1,3	2,1	2,3	3,3	2,64
2013	2,9	3,6	3,1	2,5	2,9	2,4	2,5	2,0	1,4	1,8	2,5	2,9	2,54
2014	3,5	3,1	3,6	4,0	3,2	2,4	2,3	1,6	1,5	1,5	2,5	3,7	2,74
2015	3,4	3,6	3,2	3,4	2,6	2,8	2,6	1,8	1,5	1,8	2,4	3,6	2,73
2016	3,0	3,7	3,2	3,4	3,1	2,5	2,4	1,6	1,4	2,0	2,6	3,3	2,69
2017	3,7	3,1	3,1	3,5	2,6	2,8	2,6	1,8	1,4	2,1	2,2	3,3	2,67
2018	2,7	3,1	3,6	3,2	2,6	2,3	2,3	1,7	1,3	1,3	2,6	2,8	2,47
2019	3,7	3,6	3,2	3,2	2,8	2,5	2,4	1,7	1,1	1,5	2,3	2,4	2,53
2020	3,3	3,4	3,3	3,3	2,7	2,6	2,4	1,7	1,3	1,7	2,4	3,1	2,62
2021	3,3	3,4	3,3	3,3	2,8	2,5	2,4	1,7	1,3	1,7	2,4	3,0	2,60

Température maximales mensuelles à Abeche													
Années	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Moyenne
1991	32,4	33,5	38,9	40,1	40,6	38,5	32,1	29,5	31,8	35,3	34,0	33,4	35,0
1992	32,0	34,5	38,9	40,0	39,5	37,8	35,4	33,4	34,8	36,5	36,7	35,1	36,2
1993	34,8	35,9	38,9	41,1	41,0	38,2	33,0	30,4	29,8	34,9	34,5	32,7	35,4
1994	34,2	35,4	39,7	40,7	40,3	37,9	31,2	29,3	30,3	32,3	32,7	33,0	34,7
1995	34,3	37,3	40,0	40,0	39,9	37,5	35,3	31,3	30,2	33,3	33,3	33,7	35,5
1996	33,6	34,0	38,6	38,9	38,9	37,2	32,8	31,6	35,7	37,4	36,4	34,8	35,8
1997	34,2	36,4	38,4	42,3	42,6	39,8	34,8	32,0	31,9	36,1	36,5	34,6	36,6
1998	34,8	39,1	39,5	40,8	40,7	39,8	32,4	28,4	30,2	33,5	34,7	33,5	35,6
1999	34,8	35,3	38,6	41,5	41,0	39,8	35,3	33,7	37,3	37,5	36,4	33,2	37,0
2000	32,3	35,8	38,9	41,7	41,7	38,8	35,6	30,4	34,0	36,9	35,8	35,2	36,4
2001	32,2	36,5	39,3	42,3	42,2	40,6	37,1	32,4	35,6	37,8	36,5	33,9	37,2
2002	34,2	38,0	39,8	41,5	40,9	39,4	32,9	32,5	36,2	38,7	37,4	35,0	37,2
2003	35,5	35,7	38,5	41,2	41,7	39,3	36,5	35,4	38,8	39,2	37,0	34,7	37,8
2004	33,3	39,5	39,9	41,8	39,6	40,0	34,3	31,7	34,5	37,4	36,3	35,9	37,0
2005	36,7	39,1	39,2	39,9	40,5	38,2	36,8	31,1	32,7	36,6	34,9	32,9	36,6
2006	32,8	36,9	40,0	41,6	41,6	39,3	34,8	31,4	35,5	38,4	36,8	34,4	37,0
2007	34,1	35,5	39,9	39,9	41,1	39,6	35,1	31,7	32,8	36,2	35,9	35,1	36,4
2008	36,0	38,1	39,5	40,9	40,6	39,8	33,9	33,0	33,2	36,5	35,6	35,0	36,8
2009	35,0	38,2	38,5	41,4	41,9	39,5	31,6	28,5	30,2	33,1	35,3	33,2	35,5
2010	32,7	38,1	38,1	41,1	39,9	38,7	35,5	30,8	31,9	36,1	34,6	33,5	35,9
2011	34,4	38,4	38,8	41,1	39,8	36,6	31,4	28,8	30,2	34,9	35,6	33,8	35,3
2012	35,4	38,2	39,9	40,4	40,6	37,8	35,9	29,9	31,9	36,1	36,4	33,6	36,4
2013	34,5	36,4	39,2	40,3	39,6	39,8	34,9	30,1	32,1	35,9	35,6	34,3	36,1
2014	32,4	38,2	40,1	39,7	41,1	39,7	36,1	31,4	33,0	36,4	35,7	31,6	36,3
2015	32,8	36,3	40,8	41,4	41,0	37,0	33,6	30,5	33,0	35,5	36,1	34,8	36,1
2016	35,9	36,1	39,6	41,1	41,0	37,0	33,3	30,8	32,5	36,2	35,5	34,6	36,1
2017	32,0	38,1	39,6	40,8	41,0	37,3	33,1	30,4	31,3	35,4	35,5	34,2	35,7
2018	36,1	36,8	40,2	41,4	40,9	36,3	33,5	28,4	31,4	31,2	33,7	32,5	35,2
2019	32,9	35,5	39,7	41,4	41,1	39,7	32,7	28,7	29,2	30,8	31,3	33,4	34,7
2020	33,9	36,6	40,0	41,2	41,0	37,5	33,2	29,7	31,5	33,8	34,4	33,9	35,6
2021	34,2	36,6	39,8	41,2	41,0	37,6	33,2	29,6	31,2	33,5	34,1	33,7	35,5

Annexe 6 : Quartiers, arrondissements et coordonnées géographiques

quartiers de	1er Arrondis	longitude	latitude		quartiers de	2ème Arrond	longitude	latitude
kaminé 1	1er arrondis	13,83016	20,86207		Taradona	2ème arrond	13,81031	20,82709
kaminé 1	1er arrondis	13,83243	20,85811		Taradona	2ème arrond	13,81144	20,8246
kaminé 1	1er arrondis	13,83554	20,85103		Taradona	2ème arrond	13,81371	20,81622
kaminé 1	1er arrondis	13,83668	20,86037		Taradona	2ème arrond	13,81235	20,83027
kaminé 1	1er arrondis	13,8245	20,85669		Taradona	2ème arrond	13,81121	20,8203
kaminé 1	1er arrondis	13,82875	20,84819		Agatmahami	2ème arrond	13,81393	20,81599
kaminé 1	1er arrondis	13,82818	20,84848		Agatmahami	2ème arrond	13,81337	20,81407
kaminé 2	1er arrondis	13,83271	20,88615		Agatmahami	2ème arrond	13,80861	20,81701
kaminé 2	1er arrondis	13,8313	20,87765		Agatmahami	2ème arrond	13,81167	20,82188
kaminé 2	1er arrondis	13,83413	20,90031		Agatmahami	2ème arrond	13,81303	20,82302
kaminé 2	1er arrondis	13,83866	20,87652		Maguinier	2ème arrond	13,80023	20,82268
kaminé 2	1er arrondis	13,83894	20,89181		Maguinier	2ème arrond	13,79909	20,81973
kaminé 2	1er arrondis	13,8371	20,87864		Maguinier	2ème arrond	13,80226	20,81746
kaminé 2	1er arrondis	13,83087	20,88289		Maguinier	2ème arrond	13,80113	20,81497
kaminé 2	1er arrondis	13,83738	20,88374		Djinéné fok	2ème arrond	13,75808	20,83015
Kaminé 3	1er arrondis	13,85268	20,8608		Djinéné fok	2ème arrond	13,7642	20,82449
Kaminé 3	1er arrondis	13,84815	20,86646		Djinéné fok	2ème arrond	13,76964	20,81769
Kaminé 3	1er arrondis	13,84701	20,86335		Djinéné fok	2ème arrond	13,77621	20,83536
Kaminé 3	1er arrondis	13,85693	20,86788		Djinéné tour	2ème arrond	13,77777	20,82214
Kaminé 3	1er arrondis	13,84645	20,86788		Djinéné tour	2ème arrond	13,77182	20,81704
Kaminé 3	1er arrondis	13,85636	20,86646		Djinéné tour	2ème arrond	13,77777	20,8312
Kaminé Haya	1er arrondis	13,85466	20,88969		kherat	2ème arrond	13,78796	20,83233
Kaminé Haya	1er arrondis	13,84956	20,89365		kherat	2ème arrond	13,78938	20,83148
Kaminé Haya	1er arrondis	13,84871	20,90101		kherat	2ème arrond	13,79164	20,83233
Kaminé Haya	1er arrondis	13,8599	20,88275		kherat	2ème arrond	13,79108	20,82242
Tama	1er arrondis	13,84829	20,89634		Salamat	2ème arrond	13,78428	20,81761
Tama	1er arrondis	13,8531	20,91447		Salamat	2ème arrond	13,78541	20,81817
Tama	1er arrondis	13,84631	20,91249		Salamat	2ème arrond	13,78768	20,81336
Tama	1er arrondis	13,83809	20,91872		Salamat	2ème arrond	13,79306	20,81676
kaminé 1	1er arrondis	13,83172	20,85088		Salamat	2ème arrond	13,7949	20,81718
kaminé 2	1er arrondis	13,82889	20,8574		Salamat	2ème arrond	13,79547	20,81407
Tama	1er arrondis	13,85353	20,91518		Salamat	2ème arrond	13,7932	20,8135
Tama	1er arrondis	13,84163	20,90668		Salamat	2ème arrond	13,79858	20,82539
Tama	1er arrondis	13,83852	20,91914		Salamat	2ème arrond	13,79915	20,82709
Tama	1er arrondis	13,84801	20,90994		Salamat	2ème arrond	13,78456	20,82639

quartiers de	3 ^{ème} Arrond	longitude	latitude		quartiers de	4 ^{ème} Arrond	longitude	latitude
Bendjadid	3 ^{ème} arrond	13,80419	20,89054		Skai	4 ^{ème} arrond	13,81487	20,75851
Bendjadid	3 ^{ème} arrond	13,8026	20,89529		Skai	4 ^{ème} arrond	13,81592	20,75272
Amsoudirié	3 ^{ème} arrond	13,86038	20,81123		Kinine	4 ^{ème} arrond	13,83052	20,76022
Amsoudirié	3 ^{ème} arrond	13,86197	20,83095		Zabadia	4 ^{ème} arrond	13,83237	20,7989
dabanair	3 ^{ème} arrond	13,85806	20,83106		Skai	4 ^{ème} arrond	13,82092	20,74693
dabanair	3 ^{ème} arrond	13,85523	20,82908		Skai	4 ^{ème} arrond	13,8196	20,77403
dabanair	3 ^{ème} arrond	13,85466	20,82596		Ardelhabayit	4 ^{ème} arrond	13,83289	20,77969
dabanair	3 ^{ème} arrond	13,86656	20,822		Kabartou	4 ^{ème} arrond	13,82934	20,77956
dabanair	3 ^{ème} arrond	13,85353	20,82738		Kabartou	4 ^{ème} arrond	13,83171	20,78167
Amsiégo	3 ^{ème} arrond	13,8371	20,82627		Zabadia	4 ^{ème} arrond	13,83105	20,79864
Amsiégo	3 ^{ème} arrond	13,83579	20,81864		Zabadia	4 ^{ème} arrond	13,83342	20,79522
Amsiégo	3 ^{ème} arrond	13,83631	20,81312		Zabadia	4 ^{ème} arrond	13,83	20,79206
Amsiégo	3 ^{ème} arrond	13,83131	20,82627		Hilékinin	4 ^{ème} arrond	13,83002	20,76847
Amsiégo	3 ^{ème} arrond	13,8321	20,8189		Hilékinin	4 ^{ème} arrond	13,82662	20,78319
Hilélé	3 ^{ème} arrond	13,85026	20,81627		Hilékinin	4 ^{ème} arrond	13,82889	20,78971
Hilélé	3 ^{ème} arrond	13,85053	20,82285		Hilékinin	4 ^{ème} arrond	13,82152	20,80642
Hilélé	3 ^{ème} arrond	13,85079	20,80601		Al-djazirz	4 ^{ème} arrond	13,82577	20,78603
Hilélé	3 ^{ème} arrond	13,84868	20,82022		Al-djazirz	4 ^{ème} arrond	13,81643	20,76733
Hilélé	3 ^{ème} arrond	13,85211	20,81469		Al-djazirz	4 ^{ème} arrond	13,82521	20,79849
Moumié	3 ^{ème} arrond	13,835	20,84233		Al-djazirz	4 ^{ème} arrond	13,82691	20,79027
Moumié	3 ^{ème} arrond	13,83237	20,83759		Al-djazirz	4 ^{ème} arrond	13,82775	20,79169
Moumié	3 ^{ème} arrond	13,83579	20,84049		Ardelhabayit	4 ^{ème} arrond	13,83579	20,78022
Moumié	3 ^{ème} arrond	13,82763	20,83891		Ardelhabayit	4 ^{ème} arrond	13,83474	20,78601
Agadchawai	3 ^{ème} arrond	13,84158	20,84154		Ardelhabayit	4 ^{ème} arrond	13,84105	20,78285
Agadchawai	3 ^{ème} arrond	13,84526	20,84575		Ardelhabayit	4 ^{ème} arrond	13,835	20,78917
Agadchawai	3 ^{ème} arrond	13,83895	20,83996		Ardelhabayit	4 ^{ème} arrond	13,83447	20,77759
Agadchawai	3 ^{ème} arrond	13,84974	20,83864		Kinine	4 ^{ème} arrond	13,83052	20,76574
Tayba	3 ^{ème} arrond	13,8579	20,85128		Kinine	4 ^{ème} arrond	13,82895	20,76153
Tayba	3 ^{ème} arrond	13,85816	20,8447		Kinine	4 ^{ème} arrond	13,82473	20,76285
Tayba	3 ^{ème} arrond	13,85763	20,84391		Kinine	4 ^{ème} arrond	13,83447	20,76653
Tayba	3 ^{ème} arrond	13,85763	20,84391		Kabartou	4 ^{ème} arrond	13,82855	20,78114
Dabanair	3 ^{ème} arrond	13,86661	20,83718		Kabartou	4 ^{ème} arrond	13,82934	20,78588
Dabanair	3 ^{ème} arrond	13,86729	20,82766		Kabartou	4 ^{ème} arrond	13,82671	20,7814
Dabanair	3 ^{ème} arrond	13,86729	20,82766		Ardelhabayit	4 ^{ème} arrond	13,83118	20,78245
Bendjadid	3 ^{ème} arrond	13,8068	20,89269					

quartiers de	5 ^{ème} Arronc	longitude	latitude		quartiers de	6 ^{ème} Arronc	longitude	latitude
Bendjadid Su	5 ^{ème} arronc	13,79589	20,86774		Chigalfakhar	6 ^{ème} arronc	13,80481	20,79141
Bendjadid Su	5 ^{ème} arronc	13,79278	20,87085		Chigalfakhar	6 ^{ème} arronc	13,80708	20,78234
Bendjadid Su	5 ^{ème} arronc	13,80807	20,86122		Digueri	6 ^{ème} arronc	13,80425	20,78319
Bendjadid Su	5 ^{ème} arronc	13,80354	20,84678		Zongo	6 ^{ème} arronc	13,81699	20,78631
Bendjadid Su	5 ^{ème} arronc	13,7874	20,8666		Zongo	6 ^{ème} arronc	13,81303	20,77725
Bendjadid Su	5 ^{ème} arronc	13,80609	20,86717		Zongo	6 ^{ème} arronc	13,81728	20,79112
Bendjadid Su	5 ^{ème} arronc	13,79646	20,88076		Zongo	6 ^{ème} arronc	13,81104	20,77895
Babasalam	5 ^{ème} arronc	13,81345	20,89832		Datinié	6 ^{ème} arronc	13,8085	20,78093
Babasalam	5 ^{ème} arronc	13,8109	20,91617		Datinié	6 ^{ème} arronc	13,79887	20,80415
Babasalam	5 ^{ème} arronc	13,81657	20,89662		Datinié	6 ^{ème} arronc	13,7932	20,79452
Babasalam	5 ^{ème} arronc	13,80099	20,90456		Datinié	6 ^{ème} arronc	13,78612	20,79651
Babasalam	5 ^{ème} arronc	13,81912	20,90116		Digueri	6 ^{ème} arronc	13,78867	20,74014
Babasalam	5 ^{ème} arronc	13,8092	20,9105		Digueri	6 ^{ème} arronc	13,81189	20,78093
Goz Amir	5 ^{ème} arronc	13,7704	20,86264		Digueri	6 ^{ème} arronc	13,79292	20,77271
Goz Amir	5 ^{ème} arronc	13,77833	20,86094		Ourada	6 ^{ème} arronc	13,76941	20,79622
Goz Amir	5 ^{ème} arronc	13,76757	20,86859		Ourada	6 ^{ème} arronc	13,77564	20,80274
Goz Amir	5 ^{ème} arronc	13,7823	20,85697		Ourada	6 ^{ème} arronc	13,79122	20,77017
Goz Amir	5 ^{ème} arronc	13,78088	20,86009		Ourada	6 ^{ème} arronc	13,77366	20,80444
Goz Amir	5 ^{ème} arronc	13,76474	20,85159		Ourada	6 ^{ème} arronc	13,75553	20,79169
Goz Amir	5 ^{ème} arronc	13,76984	20,84961		Chigalfakhar	6 ^{ème} arronc	13,81331	20,7982
Chitier	5 ^{ème} arronc	13,78796	20,91787		Amrié	6 ^{ème} arronc	13,78527	20,7342
Chitier	5 ^{ème} arronc	13,78258	20,91503		Amrié	6 ^{ème} arronc	13,76006	20,75544
Chitier	5 ^{ème} arronc	13,79476	20,91872		Amrié	6 ^{ème} arronc	13,76601	20,76677
Chitier	5 ^{ème} arronc	13,78173	20,90937		Amrié	6 ^{ème} arronc	13,75836	20,7594
Chitier	5 ^{ème} arronc	13,79023	20,90625		Amrié	6 ^{ème} arronc	13,76658	20,7662
Djaborona	5 ^{ème} arronc	13,80637	20,83998		Digueri	6 ^{ème} arronc	13,80595	20,76733
Djaborona	5 ^{ème} arronc	13,79929	20,84961		Digueri	6 ^{ème} arronc	13,8051	20,77413
Djaborona	5 ^{ème} arronc	13,7932	20,87383		Digueri	6 ^{ème} arronc	13,8034	20,77781
Djaborona	5 ^{ème} arronc	13,80878	20,83871		Digueri	6 ^{ème} arronc	13,8068	20,76903
Chitier	5 ^{ème} arronc	13,78839	20,89903		Digueri	6 ^{ème} arronc	13,81218	20,77498
Chitier	5 ^{ème} arronc	13,79575	20,91688		Datinié	6 ^{ème} arronc	13,79292	20,78971
Chitier	5 ^{ème} arronc	13,7932	20,90753		Amrié	6 ^{ème} arronc	13,7881	20,73986
Chitier	5 ^{ème} arronc	13,79887	20,91178		Chigalfakhar	6 ^{ème} arronc	13,81402	20,79863
Chitier	5 ^{ème} arronc	13,78074	20,91291		Chigalfakhar	6 ^{ème} arronc	13,79844	20,78702
Djaborona	5 ^{ème} arronc	13,8085	20,83984		Chigalfakhar	6 ^{ème} arronc	13,81487	20,79806

Annexe 7 : méthode de classification des climats de Koppen

CLE DE DETERMINATION DES CLIMATS						
1. Ancienne méthode						
Type de climat	Symbole	Saison maximale	Précipitation		Température	
				Quantité	Mois le plus froid	Mois le plus chaud
Climat tropical pluvieux	Af	Toute l'année		Pmps > 6 cm	Tmpf > 18°C	
Climat tropical de savanes	Aw	Avec saison sèche		Pmps < 6 cm	Tmpf > 18°C	
Climat steppique	Bs	Hiver		PA < 2T	Tmpf > 18°C	
		Toute l'année		T+7 < PA < 2(T+7)	Tmpf > 18°C	
		Eté		T+14 < PA < 2(T+14)	Tmpf > 18°C	
Climat désertique	Bw	Hiver		PA < T	Tmpf > 18°C	
		Toute l'année		PA < T+7	Tmpf > 18°C	
		Eté		PA < T+14	Tmpf > 18°C	
Climat tempéré humide	Cf	Toute l'année		Quantité différente de celle de Cs et Cw	-3 à 18°C	
Climat tempéré à été sec	Cs	Hiver		Pmpah > 3Pmpse	-3 à 18°C	
Climat tempéré à hiver sec	Cw	Eté		Pmpae > 10Pmpsh	-3 à 18°C	
Climat microthermal	Df	Toute l'année		Même quantité que Cw	Tmpf < -3°C	
Climat microthermal à hiver sec	Dw	Eté		Même quantité que Cw	Tmpf < -3°C	
Climat de toundra	ET					0 < Tmpc < 10°C
Climat de gel permanent	Ef					Tmpc < 0°C

2. Méthode approfondie

1. Si la température moyenne annuelle (en °C) multipliée par 12 est supérieure aux précipitations annuelle noter B (= climat sec) sinon aller au numéro 5.
2. Si les précipitations sont entre 50% et 100% de la température moyenne annuelle multipliée par vingt quatre, noter Bs = climat de steppe. CONSULTER LE TABLEAU FINAL Sinon

Scanned by CamScanner

3. Si les précipitations sont inférieures à la température moyenne annuelle multipliée par vingt quatre, noter Bw = climat désertique.
4. Si la température moyenne annuelle est supérieure à 18 °C, ajouter h = chaud (Bwh ou Bsh) ; si elle est inférieure à 18 ajouter k = froid (Bwk et Bsk). CONSULTER LE TABLEAU FINAL.
5. Si tous les mois ont une température moyenne supérieure à 18 °C (et les précipitations annuelles sont supérieures à la température moyenne fois 12) noter A (climat équatorial et tropical) et continuer ; sinon aller au numéro 10.
6. Si les pluies sont réparties tout au long de l'an, c'est-à-dire que tous les mois surpassent les 60mm, noter Af = climat équatorial. CONSULTER LE TABLEAU FINAL. Sinon
7. Si quelques mois sont en dessous de 60 mm et si la précipitation du mois le plus sec est supérieure à la formule $[100(\text{Précipitation annuelle}/25)]$, noter Am = climat de mousson. CONSULTER LE TABLEAU FINAL. Sinon
8. Si quelques mois sont en dessous de 60 mm et si les précipitations du mois le plus sec sont inférieures à la formule $[100(\text{Précipitation annuelle}/25)]$, noter Aw = climat de savane.
9. Noter si le climat de savane est plus sec en été ou sec en hiver. CONSULTER LE TABLEAU FINAL.
10. Si la température moyenne du mois le plus froid est inférieure à 18 °C et supérieure à 3°C et le mois plus chaud est supérieur à 10 °C (et que les précipitations excèdent à l'évaporation)

Annexe 8 : Synthèse des anomalies annuelles et mensuelles des séquences sèches par l'indice standardisé des précipitations entre 1991 à 2021 à Abéché

Valeurs de SPI	Les années	Effectif	Pourcentage
0,00<SPI<-0,99	Légèrement sèche	8	25,80%
-1,00<SPI <-1,49	Modérément sèche	4	12,90%
-1,50<SPI <-1,99	Sévèrement sèche	1	3,22%
SPI < -2,00	Extrêmement sèche	1	3,22%
TOTAL		14	45,14%
Valeurs de SPI	Anomalies Humides	Effectifs	Pourcentage
0,00<SPI <0,99	Légèrement Humide	13	41,93%
1,00<SPI <1,49	Modérément Humide	2	6,45%
1,50<SPI <1,99	Sévèrement Humide	1	3,22%
2,00<SPI	Extrêmement Humide	1	3,22%
TOTAL		17	54,82%

Valeurs de SPI	Anomalies sèches	Les années sèches	Effectifs	Pourcentages
		Janvier		
0,00<SPI<-0,99	Légèrement sèche		0	0,00%
-1,00<SPI <-1,49	Modérément sèche	0	0	0,00%
-1,50<SPI <-1,99	Sévèrement sèche	0	0	0,00%
SPI < -2,00	Extrêmement sèche	0	0	0,00%
Total				00,00%
Valeurs de SPI	Anomalies sèches	Les années sèches	Effectifs	Pourcentages
		Février		
0,00<SPI<-0,99	Légèrement sèche	0	0	0,00%
-1,00<SPI <-1,49	Modérément sèche	0	0	0,00%
-1,50<SPI <-1,99	Sévèrement sèche	0	0	0,00%
SPI < -2,00	Extrêmement sèche	0	0	0,00%
Total				00,00%
Valeurs de SPI	Anomalies sèches	Les années sèches	Effectifs	Pourcentages
		Mars		
0,00<SPI<-0,99	Légèrement sèche	0	0	00,00%
-1,00<SPI <-1,49	Modérément sèche	0	0	0,00%
-1,50<SPI <-1,99	Sévèrement sèche	0	0	0,00%

SPI < -2,00	Extrêmement sèche	0	0	0,00%
Total			0	00,00%
Valeurs de SPI	Anomalies sèches	Les années sèches	Effectifs	Pourcentages
		Avril		
0,00<SPI<-0,99	Légèrement sèche	1991,1992,1995,1996,1998,1999,2000,2001,2002, 2003, 2004, 2005, 2006 ,2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012,2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021	28	90,32%
-1,00<SPI <-1,49	Modérément sèche		0	0,00%
-1,50<SPI <-1,99	Sévèrement sèche		0	0,00%
SPI < -2,00	Extrêmement sèche		0	0,00%
Total			28	90,32%
Valeurs de SPI	Anomalies sèches	Les années sèches	Effectifs	Pourcentages
		Mai		
0,00<SPI<-0,99	Légèrement sèche	1993,1995,1998,1999,2000,2001,2002, 2003, 2006 ,2007, 2008, 2009, 2010, 2013, 2014, 2017, 2018, 2020, 2021	19	61,29%
-1,00<SPI <-1,49	Modérément sèche	0	0	0,00%
-1,50<SPI <-1,99	Sévèrement sèche	0	0	0,00%
SPI < -2,00	Extrêmement sèche	0	0	0,00%
Total			19	61,29%
Valeurs de SPI	Anomalies sèches	Les années sèches	Effectifs	Pourcentages
		Juin		
0,00<SPI<-0,99	Légèrement sèche	1991, 1992, 1993, 1994, 1996, 1998, 1999, 2000, 2005, 2007, 2010, 2011, 2013, 2020, 2021	15	48,38%
-1,00<SPI <-1,49	Modérément sèche	2002, 2009, 2014, 2015	4	12,90%
-1,50<SPI <-1,99	Sévèrement sèche	0	0	0,00%
SPI < -2,00	Extrêmement sèche	0	0	0,00%
Total			19	61,28%
Valeurs de SPI	Anomalies sèches	Les années sèches	Effectifs	Pourcentages
		Juillet		
0,00<SPI<-0,99	Légèrement sèche	1991, 1992, 1994, 1996, 1997, 2001, 2005, 2007, 2010, 2011, 2013, 2017, 2019, 2020	14	45,16%
-1,00<SPI <-1,49	Modérément sèche	1993, 2008, 2009, 2011, 2013, 2018	6	19,35%
-1,50<SPI <-1,99	Sévèrement sèche	0	0	0,00%
SPI < -2,00	Extrêmement sèche	0	0	0,00%
Total			20	64,51%
Valeurs de SPI	Anomalies sèches	Les années sèches	Effectifs	Pourcentages
		Aout		
0,00<SPI<-0,99	Légèrement sèche	1993, 1997, 2001, 2004, 2014, 2015, 2016, 2018	8	25,80%
-1,00<SPI <-1,49	Modérément sèche	2000, 2007, 2009, 2011	4	12,90%
-1,50<SPI <-1,99	Sévèrement sèche		0	0,00%

SPI < -2,00	Extrêmement sèche	2008, 2010	2	6,45%
Total			14	38,70%
Valeurs de SPI	Anomalies sèches	Les années sèches	Effectifs	Pourcentages
		Septembre		
0,00<SPI<-0,99	Légèrement sèche	1992, 1995, 1996, 1997, 2001, 2003, 2007, 2010, 2013, 2014, 2019	11	35,48%
-1,00<SPI <-1,49	Modérément sèche	1991, 1993, 2004, 2009, 2016, 2018	6	19,35%
-1,50<SPI <-1,99	Sévèrement sèche	0	0	0,00%
SPI < -2,00	Extrêmement sèche	0	0	6,45%
Total			17	54,83%
Valeurs de SPI	Anomalies sèches	Les années sèches	Effectifs	Pourcentages
		Octobre		
0,00<SPI<-0,99	Légèrement sèche	1991,1992,1994,1995,1996, 1997, 1999,2001,2002, 2004, 2005, 2006 ,2007, 2008, 2009, 2011, 2012,2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018	24	77,42%
-1,00<SPI <-1,49	Modérément sèche	0	0	0,00%
-1,50<SPI <-1,99	Sévèrement sèche	0	0	0,00%
SPI < -2,00	Extrêmement sèche	0	0	0,00%
Total			24	77,42%
Valeurs de SPI	Anomalies sèches	Les années sèches	Effectifs	Pourcentages
		Novembre		
0,00<SPI<-0,99	Légèrement sèche	1991,1992,1993,1994,1995,1996,1998,1999,2000,2001,2002, 2003, 2004, 2005, 2006 ,2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012,2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021	31	100,00%
-1,00<SPI <-1,49	Modérément sèche	0	0	0,00%
-1,50<SPI <-1,99	Sévèrement sèche	0	0	0,00%
SPI < -2,00	Extrêmement sèche	0	0	0,00%
Total			31	100,00%
Valeurs de SPI	Anomalies sèches	Les années sèches	Effectifs	Pourcentages
		Décembre		
0,00<SPI<-0,99	Légèrement sèche	1991,1992,1993,1994,1995,1996,1998,1999,2000,2001,2002, 2003, 2004, 2005, 2006 ,2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012,2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021	31	100,00%
-1,00<SPI <-1,49	Modérément sèche	0	0	0,00%
-1,50<SPI <-1,99	Sévèrement sèche	0	0	0,00%
SPI < -2,00	Extrêmement sèche	0	0	0,00%
Total			31	100,00%

TABLE DES MATIÈRES

ATTENTION.....	i
DEDICACE.....	ii
REMERCIEMENTS.....	iii
RESUME.....	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
SOMMAIRE	vi
LISTE DES TABLEAUX	i
LISTE DES FIGURES.....	iii
LISTE DES PHOTOS.....	v
LISTE DES PLANCHES.....	v
LISTE DES ABREVIATIONS, ACRONYMES ET SIGLES	i
INTRODUCTION GENERALE	1
1. Contexte générale et justification du choix du sujet.....	1
2. DELIMITATION D'ETUDE	1
2.1. Délimitation thématique.....	1
2.2. Délimitation spatiale	2
2.3. Délimitation temporelle.....	4
3. Revue de la littérature.....	4
3.1. Variabilité climatique et occurrence des inondations.....	4
3.2. Impact et vulnérabilité de la population aux inondations.....	5
3.3. Mesures d'adaptations aux inondations par les acteurs.....	7
4. Problématique.....	7
4.1. L'évolution de l'aléa climatique et du risque d'inondation à Abéché dans le climat sahélien à l'Est du Tchad.....	7
4.3. Adaptation aux impacts des inondations à Abéché.....	9
5. Questions de recherche.....	9
5.1. Question générale.....	9
5.2. Questions spécifiques.....	9
6. Hypothèses de recherche.....	9
6.1. Hypothèse générale.....	9
7. Objectifs de recherche.....	10
7.1. Objectif général.....	10
7.2. Objectifs spécifiques	10
8. CADRE THEORIQUE, NORMATIF, CONCEPTUEL ET OPERATIONNEL	10

8.3. CADRE CONCEPTUEL.....	13
9. Méthodologie.....	17
9.1. La collecte des données.....	17
9.1.1. La recherche bibliographique.....	18
9.1.2. Données des observations directes sur le terrain.....	18
9.1.2.1. L'appareil photographique.....	18
9.1.3. Enquêtes par questionnaire au niveau des ménages.....	18
9.1.3.1. Choix de la taille de l'échantillon et méthode d'échantillonnage.....	18
9.1.3.2. Kobotoolbox et Kobcollect : Utilisation pour une enquête mobile.....	19
9.1.4. Les données socio-économiques et démographiques.....	20
9.1.5. Les données climatiques.....	20
9.1.6. Les données hydrologiques.....	20
9.1.7. Les données sur les risques et catastrophes climatiques.....	20
9.1.8. Les données spatiales et cartographiques.....	20
9.1.9. Approche par entretien.....	21
9.2. Traitement, Analyses et interprétation de données.....	21
9.2.1. Traitement de données socioéconomiques.....	21
9.2.2. Traitement des données climatiques.....	21
9.2.2.1. Détermination du coefficient de variation (CV).....	21
9.2.2.2. Calculs des écarts à la moyenne.....	22
9.2.2.3. Calculs des indices standardisés des précipitations (SPI) :.....	22
9.2.3. Traitement des données hydrologiques.....	23
9.2.4. Traitement et analyse des données de catastrophes liées au climat.....	24
9.2.5. Cartographie et analyse spatiale des phénomènes étudiés.....	24
9.2.6. Analyses des données d'enquêtes et d'entretiens.....	25
9.2.7. Evaluation de la vulnérabilité.....	25
9.3. Intérêts de l'étude.....	26
9.3.1. Intérêt scientifique.....	27
9.3.2. Intérêt socio-économique.....	27
9.3.3. Intérêt académique.....	27
9.3.4. Intérêt pratique.....	27
9.4. Difficultés rencontrées.....	27
Chapitre 1 : aléas climatiques et risques d'inondation dans la ville d'Abéché.....	28
Chapitre 2 : facteurs et indicateurs de la vulnérabilité aux inondations dans la ville d'Abéché.....	28

CHAPITRE 1 : ALEAS CLIMATIQUES ET RISQUES D'INONDATION DANS LA VILLE D'ABECHE	29
INTRODUCTION.....	29
1.1 CONTEXTE CLIMATIQUE GENERAL DE LA ZONE D'ETUDE	29
1.2. VARIABILITE CLIMATIQUE ET OCCURRENCE DES INONDATIONS DANS LA VILLE D'AECHE	33
1.2.1. Analyse de la variabilité décennale	33
1.2.2. Analyse de la variabilité inter annuelle des précipitations de 1991-2021.....	34
1.2.2.2. Mise en évidence des anomalies des précipitations annuelles à travers les indices standardisés des précipitations de 1991-2021 à Abéché.....	35
1.2.3. Analyse de la variabilité saisonnière des précipitations de 1991-2021 à Abéché	35
1.2.3.2. Ecarts à la moyenne des précipitations des saisons pluvieuses de 1991-2021 à Abéché.	36
1.2.3.3. Mise en évidence des anomalies des précipitations de saisons sèches à travers les indices standardisés des précipitations de 1991-2021 à Abéché.....	36
1.2.4. Analyse de la variabilité mensuelle des précipitations	37
1.2.4.1.1. Écarts à la moyenne des précipitations du mois d'Avril de 1991-2021 à Abéché..	38
1.2.4.1.2. Ecarts à la moyenne des précipitations du mois de Mai de 1991-2021 à Abéché..	39
1.2.4.1.3. Écarts à la moyenne des précipitations du mois de juin de 1991-2021 à Abéché. .	39
1.2.4.1.4. Écarts à la moyenne des précipitations du mois de juillet de 1991-2021 à Abéché	40
1.2.4.1.5. Ecarts à la moyenne des précipitations du mois d'Août de 1991-2021 à Abéché. .	40
1.2.4.1.6. Ecarts à la moyenne des précipitations du mois de septembre de 1991-2021 à Abéché.	41
1.2.4.1.7. Ecarts à la moyenne des précipitations du mois d'octobre de 1991 à 2021 à Abéché.....	41
1.1.1.1. Analyse de la variabilité à travers les indices standardisés des précipitations	42
1.1.1.1.1. Mise en évidence des anomalies des précipitations du mois d'Avril de 1991-2021 à Abéché.	42
1.1.1.1.2. Mise en évidence des anomalies des précipitations du mois de Mai de 1991-2021 à Abéché.	43
1.1.1.1.3. Mise en évidence des anomalies des précipitations du mois de juin de 1991-2021 à Abéché.	43
1.1.1.1.4. Mise en évidence des anomalies des précipitations du mois de juillet de 1991-2021 à Abéché.	44
1.1.1.1.5. Mise en évidence des anomalies des précipitations du mois d'août de 1991-2021 à Abéché.	44
1.1.1.1.6. Mise en évidence des anomalies des précipitations du mois de septembre de 1991-2021 à Abéché.	45

1.1.1.1.7. Mise en évidence des anomalies des précipitations du mois d'octobre de 1991-2021 à Abéché.	45
1.1.1.1. Synthèse des anomalies des précipitations annuelles saisonnières et mensuelles à travers les indices standardisés des précipitations	46
1.1.1.2 Relation entre le nombre de jours de pluie, les totaux de précipitations, l'intensité des précipitations et les inondations à Abéché	50
1.1.1.2.1. Relation entre le nombre de jours de pluie, les précipitations et les inondations à Abéché	51
1.1.1.3. PROJECTIONS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES FUTURES ET LEURS IMPACTS AU TCHAD DE 2010 à 2100.	52
1.1.1.3.1. PROJECTIONS DES PRECIPITATIONS DE DIFFERENTES ZONES DU TCHAD.	52
1.1.1.3.2. PROJECTIONS DES TEMPERATURES DE DIFFERENTES ZONES DU TCHAD.	54
1.2. PERCEPTION DES CAUSES DES INONDATIONS PAR LES SERVICES ET LES POPULATIONS D'ABECHE	55
1.2.1. Perception des causes des inondations par les services	55
1.2.1.1. Perception des causes des inondations par la Mairie de la ville d'Abéché.	55
1.2.1.2. Perception des causes d'inondation par le service du CADASTRE	55
1.2.2. Perception des causes des inondations par la population	56
1.2.2.1. Perception de la population sur les facteurs des inondations à Abéché	56
1.2.2.2. Perception de la population sur la variabilité et le changement climatique.	56
1.2.2.2.1. Perception de l'augmentation de la fréquence des pluies et leur relation avec les inondations à Abéché	57
1.2.2.2.2. Perception sur l'augmentation de la durée des pluies et leur relation avec les inondations à Abéché	57
1.2.2.2.3. Perception sur l'augmentation de la durée de la saison pluvieuse et leur relation avec les inondations à Abéché	58
1.2.2.2.4 Perception du changement de la date de début de la saison pluvieuse et leur relation avec les inondations à Abéché	58
1.2.2.2.5. Perception de l'augmentation de quantité des pluies et leur relation avec les inondations à Abéché	59
1.2.2.2.6. Perception de l'augmentation de la fréquence des inondations	60
1.2.2.2.8. Perception de l'évolutions des terres agricoles	61
1.2.2.2.9. Perception de la population sur le niveau de dégradation des sols	61
1.2.2.2.10. Perception de la population sur l'évolution de la végétation à Abéché et leur relation avec les inondations.	62
1.3. Présentation générale des inondations à Abéché	63
1.3.1. Occurrence des inondations à Abéché	63

1.3.2. Type d'inondation à Abéché.....	63
CHAPITRE 2 : FACTEURS ET INDICATEURS DE LA VULNERABILITE AUX INONDATIONS DANS LA VILLE D'ABECHE	66
INTRODUCTION.....	66
2.1. ANALYSE DES FACTEURS BIOPHYSIQUES DE VULNERALITE DANS LA VILLE D'ABECHE.....	66
2.1.1. Facteurs géomorphologiques de vulnérabilité de la population aux inondations dans la ville d'Abéché.....	66
2.1.2. Facteurs floristiques : Un couvert végétal favorable aux inondations.....	68
2.1.3. Facteurs pédologiques : Des types de sols favorables aux inondations.....	70
2.1.4. Facteurs hydrographiques ou hydrologiques.....	70
2.1.5. Relation entre bassin versant et inondation à Abéché	70
2.1.6. Concentration de la population dans des zones à pentes faibles	71
2.2 SYNTHESE DE L'ANALYSE BIO-PYSIQUE DE LA VULNERABILITE : CARTOGRAPHIE DE LA VULNERABILITE PHYSIQUE AUX INONDATIONS	70
2.2.1. Analyse de l'Alea d'inondation	70
2.2.2. Analyse du risque d'inondation.....	70
2.3.. ANALYSE DES FACTEURS SOCIAUX DE LA VULNERALITE AUX INONDATIONS DANS LA VILLE D'ABECHE	70
2.3.1. Analyse socio-économique et démographique comme facteur de vulnérabilité	70
2.3.1.1. Démographie comme facteur accélérateur des inondations dans la ville d'abéché..	70
2.4. ANALYSES DES FACTEURS ECONOMIQUES DE LA VULNERABILITE AUX INONDATIONS DANS LA VILLE D'ABECHE.	79
2.4.1. Vulnérabilité liée à la localisation des activités économiques dans les lits des <i>ouadis</i> .	79
2.4.2. Le temps de retour aux activités après les inondations : un facteur de vulnérabilité .	81
2.4.3. Evaluation de la vulnérabilité économique	82
2.5 ANALYSE DES FACTEURS INFRASTRUCTURELLES DE LA VULNERABILITE AUX INONDATIONS DANS LA VILLE D'ABECHE.	83
2.5.1. Etats des routes pendant les inondations comme facteurs de vulnérabilité	84
2.5.2. Difficulté d'accessibilité aux routes praticables comme facteur de vulnérabilité.....	86
2.5.4. La distance des quartiers avec les centres de santé le plus proche comme facteurs de vulnérabilité	89
2.5.6. La vulnérabilité liée au type du bâti	91
2.5.5.2.1. Synthèse de l'occupation des sols : conjugaison des facteurs de vulnérabilité aux inondations.....	95
2.1.2. Vulnérabilité liée aux types des infrastructures de drainage	98
2.1.3. Vulnérabilité liée à la précarité des services publics	102
2.1.4. Les déchets comme facteur des inondations.....	105

2.1.5. Evaluation de la vulnérabilité infrastructurelle.....	106
2.2. ANALYSE DES FACTEURS INSTITUTIONNELS DE LA VULNERALITE AUX INONDATIONS DANS LA VILLE D’ABECHE.	108
2.2.1. Forme de l’occupation de l’espace comme facteur de vulnérabilité	108
2.1.1. Qualité de réseaux de drainage comme facteurs de vulnérabilité aux inondations...	109
2.1.2. Mauvaise gouvernance locale facteur accélérateur de vulnérabilité	110
2.1.3. EVALUATION DE LA VULNERABLITE INSTITUTIONNELLE	110
2.2 Synthèse de la vulnérabilité.....	111
CONCLUSION.....	112
CHAPITRE 3 : ADAPTATIONS AUX IMPACTS DES INONDATIONS DANS LA VILLE D’ABECHE	113
INTRODUCTION.....	113
3.1. APERÇU DES IMPACTS DES INONDATIONS DANS LA VILLE D’ABECHE	113
3.1.1. Impacts des inondations sur le bâti.....	113
3.1.2. Impact des inondations sur la mobilité des personnes	115
3.1.3. Impacts des inondations sur les activités économiques à Abéché	116
3.1.4. Impact des inondations sur la santé des personnes	119
3.1.5. Impacts des entités aux inondations.....	120
3.2. MESURES D’ADAPTATION AUX INONDATIONS DANS LA VILLE D’ABECHE..	122
3.2.1. LES MESURES ADOPTEES PAR LES POPULATIONS	122
3.2.2. LES MESURES ADOPTEES PAR LES COMMERÇANTS	125
3.2.3. LES MESURES ADOPTEES PAR LA COMMUNE	126
3.2.4. LES MESURES ADOPTEES PAR LES ASSOCIATIONS ET ONG.....	129
3.2.5. LES MESURES ADOPTEES AU NIVEAU NATIONAL.....	129
3.2.6. BESOINS ET OFFRES EN SERVICES METEOROLOGIQUES	132
3.2.7. LIMITES DES MESURES	133
3.2.7.2. Limites des stratégies adoptées par la commune	134
3.2.8. PROPOSITIONS DES MESURES DE REDUCTION DE LA VULNERABILITE AUX RISQUES D’INONDATION.....	135
3.2.9.. SUGGESTIONS POUR AMELIORATION DE L’ADAPTATION	136
3.2.9.1. Construction des canaux de drainage bien dimensionnés.....	136
3.2.9.2. Construction des ponts de franchissement avec garde-fou.....	136
3.2.9.3. Protection des berges des <i>Ouadis</i>	136
3.2.9.4. Elévation des fondations des maisons	137
3.2.9.5. Curage et nettoyage des canaux.....	137
3.2.9.6. La construction des maisons avec le ciment et des matériaux en dur.....	137

3.2.9.7. Le séchage des matériaux	138
3.2.9.8. Le remblai des cours des maisons en suivant la pente du terrain	138
3.2.9.9. La pose de sacs remplis de sable	138
3.2.10. SUGGESTIONS DES MESURES DE PREVENTIONS POUR REDUIRE LA VULNERAIRE DE LA POPULATION AUX INONDATIONS A ABECHE.....	139
3.2.10.1. Amélioration de la gestion des eaux pluviales	139
3.2.10.2. Contrôle des constructions dans les zones à risques.....	139
3.2.10.3. Sensibilisation et éducation	139
3.2.10.4. Planification de l'urbanisation	139
3.2.11. SUGGESTIONS DE MESURES DE PREVISION POUR REDUIRE LA VULNERABILITE DE LA POPULATION AUX INONDATIONS A ABECHE.....	139
3.2.11.1. Besoin de surveillance météorologique.....	140
3.2.11.2. Instauration d'un système d'alerte précoce.....	140
3.2.11.3. Planification urbaine pour une ville intelligente face au climat	140
3.2.12. SUGGESTIONS POUR AMELIORER L'INTERVENTION DES ASSOCIATIONS .	140
3.2.13. SUGGESTIONS POUR AMELIORER L'INTERVENTION DU DGMN/ANAM.....	141
CONCLUSION.....	142
CONCLUSION GENERALE	143
BILAN ET CRITIQUE DES RESULTATS	Erreur ! Signet non défini.
BIBLIOGRAPHIE	146
ANNEXES.....	xii
Annexe1 : Attestation de recherche	xii
Annexe 2 : Autorisation de recherche	xiii
Annexe3 : le questionnaire	xiv
Demande (besoins) et offres en informations et services climatologiques.....	xxii
Annexe 4 : guide d'entretien avec les services concernés	xxii
Annexe 5 : Données climatiques de la ville d'Abéché	xxiv
Annexe 7 : méthode de classification des climats de Koppen.....	xxxii
TABLE DES MATIÈRES	xii