

Recrudescence des dégâts sur les ouvrages collectifs et problématique d'aménagement urbain : cas du quartier Zaria dans la ville de Maradi au Niger

Ibrahim MAMADOU¹, Moussa MALAM ABDOU¹, Mahamadou Moubarak SANOUSSI IBRAHIM¹, Moutari IBRAHIM DAN TANIN¹, Moutari IBRAHIM MAMANE¹, Abdoul Karim AMADOU MALAM², Ibrahim BOUZOU MOUSSA³, Luc DESCROIX⁴

¹ Faculté des Lettres et Sciences Humaines, Départ. de Géographie, Université de Zinder, Niger

² Université de Zinder, Départ. Topographie, Institut Universitaire de Technologie de Zinder, Niger

³ Faculté des Lettres et Sciences Humaines, Départ. de Géographie, Univ. Abdou Moumouni, Niamey, Niger

⁴ Patrimoines locaux, Environnement et Globalisation, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, France

Sommaire :

| | |
|---|-----|
| 1. INTRODUCTION..... | 215 |
| 2. MÉTHODOLOGIE | 216 |
| 2.1. Zone d'étude | 216 |
| 2.2. Etapes d'analyse..... | 216 |
| 3. RÉSULTATS | 217 |
| 3.1. Variation interannuelle de la pluie et évolution des pluies extrêmes | 217 |
| 3.2. Nature du sol et topographie..... | 219 |
| 3.3. Inadéquation des réseaux de drainage..... | 219 |
| 3.4. Forts ruissellements..... | 220 |
| 3.5. Changements d'usage du sol..... | 221 |
| 4. DISCUSSION..... | 223 |
| 5. CONCLUSIONS | 223 |
| 5. RÉFÉRENCES | 224 |

Citer ce document :

MAMADOU, I., MALAM ABDOU, M., SANOUSSI IBRAHIM, M.M, IBRAHIM DAN TANIN, M., IBRAHIM MAMANE, M., AMADOU MALAM, A.K., BOUZOU MOUSSA, I., DESCROIX, L. 2022. Recrudescence des dégâts sur les ouvrages collectifs et problématique d'aménagement urbain : cas du quartier Zaria dans la ville de Maradi au Niger. *Cinq Continents* 12 (26): 213-226.

Recrudescence des dégâts sur les ouvrages collectifs et problématique d'aménagement urbain : cas du quartier Zaria dans la ville de Maradi au Niger

Ibrahim MAMADOU, Moussa MALAM ABDOU, Mahamadou Moubarak SANOUSSI IBRAHIM, Moutari IBRAHIM DAN TANIN, Moutari IBRAHIM MAMANE, Abdoul Karim AMADOU MALAM, Ibrahim BOUZOU MOUSSA, Luc DESCROIX

Resurgence of damage to collective works and urban development issues: case of the Zaria district in the city of Maradi. Damage from water erosion on urban developments in the Zaria district is increasingly frequent. In recent years, urban structures, specifically cobblestones and lateritic roads, have been plagued by erosion. This phenomenon causes a huge loss of financial resources for populations and local authorities. The objective of this study is to determine the factors responsible for the damage observed in the study area. Among the factors involved are the change in the state of the soil surface which leads to an increase in runoff. Indeed, the runoff potential (P_{ru}) is relatively high (4,500 to 5,400 $m^3/ha/year$) for roofs and (3,500 to 4,200 $m^3/ha/year$) on unpaved roads. Added to this is the evolution of rainfall characteristics, the topography of the area and the inadequacy of the drainage networks. To this end, the article proposes to process the rainfall data for the area from 1980 to 2017. The manually calculated rainfall indices have highlighted an increase in rainfall greater than 30 mm which leads to concentrated runoff which is at the origin recorded damage.

Keywords: upsurges, collective works, urban development issues, damage.

Recrudescence des dégâts sur les ouvrages collectifs et problématique d'aménagement urbain : cas du quartier Zaria dans la ville de Maradi au Niger. Les dommages de l'érosion hydrique sur les aménagements urbains dans le quartier Zaria sont de plus en plus fréquents. Ces dernières années, les ouvrages urbains précisément les pavés et les voies latéritiques sont en proie à l'érosion. Ce phénomène cause d'énorme perte en ressource financière pour les populations et les collectivités territoriales. L'objectif de cette étude est de déterminer les facteurs responsables des dommages observés dans la zone d'étude. Parmi les facteurs mis en causes figurent le changement d'état de surface du sol qui entraîne une augmentation du ruissellement. En effet, le potentiel de ruissellement (P_{ru}) est relativement important (4 500 à 5 400 $m^3/ha/an$) pour les toitures et (3 500 à 4 200 $m^3/ha/an$) sur les routes sans revêtements. A cela s'ajoute l'évolution de caractéristiques pluviométriques, la topographie de la zone et inadéquation des réseaux de drainage. A cet effet, l'article se propose de traité les données de pluies de la zone de 1980 à 2017. Les indices pluviométriques calculés manuellement ont mis en évidence une hausse des pluies supérieures à 30mm qui entraînent un ruissellement concentré qui est à l'origine des dommages enregistrés.

Mots clés : recrudescences, ouvrages collectifs, problématique d'aménagement urbain ; dégâts.

1. INTRODUCTION

Les pays sahéliens sont au cours de ces dernières décennies confrontés à une variabilité climatique et au défi de cette dernière (les inondations, les érosions...) en constante augmentation. Dans les villes, la variabilité se traduit par une recrudescence des inondations (Mahamadou Ibrahim et al., 2018 ; Abdou Wahidi, 2016). Ainsi, les facteurs déclenchant les inondations demeurent la pluie (Tarhule, 2005 ; Mahé et Paturel, 2009 ; Sighomnou et al., 2010 ; Sighomnou et al., 2012 ; Descroix et al., 2012). Selon Sighomnou et al. (2010), l'inondation du fleuve à Niamey en 2010 est liée au débordement du barrage au Burkina situé dans le bassin amont lui-même influencé par d'importante pluie enregistrée entre le 20 et le 23 juillet. Par contre celle de 2012 est occasionnée par une intense pluie enregistrée en un temps relativement court dans la capitale du Niger (Descroix et al., 2012). Hormis les inondations, l'urbanisation a entraîné une modification des états des surfaces du sol. En effet, l'extension urbaine amorcée depuis l'époque coloniale s'est vue accrue après les indépendances conduisant à une occupation anarchique de l'espace (Yongué R et al., p. 333) d'où la maîtrise des dommages dans les zones à enjeux socio-économique (Rey et al., 2004).

La communauté urbaine de Maradi connaît depuis le début des années 1960 une croissance rapide sans précédent. L'intense mise en valeur des terres sans réel contrôle des impacts de l'urbanisation ont accentué le défrichement de nouvelle terre pour des besoins en habitation. Ainsi, l'accroissement urbain s'accompagne de nouvelle création d'infrastructure (routes, bâtiments, écoles) qui paradoxalement sont menacé par l'érosion hydrique.

Le quartier Zaria est la limite de notre zone d'étude. En 2009, le ravin localement rappelé *Raman Maazou* a pris une proportion plus qu'alarmante réduisant en vain les efforts des populations locales dans leur tentative de le stabilisé. En effet, en 2009-2010 des routes et des pavés ont été construit mais ces derniers ne cessent d'être détruits (particulièrement les pavés) à chaque saison de pluie. Aussi, les pavés construits précisément celui menant à *achoura* est quasiment érodé en 2019-2020 et celui du premier pavé après la *mosquée Tchana* a évolué par érosion régression dans la même année. En 2022 des travaux ont été initiés par la mairie dans les différents quartiers de la communauté urbaine de Maradi en générale et de Zaria en particulier. Parmi les aménagements figure l'allongement du pavé *Raman Maazou* jusqu'au goudron et d'autres latérites localisables dans la zone d'étude. A l'heure actuelle, les ouvrages collectifs sont érodés par la pluie du 31 juin 2022.

L'objectif de ce présent travail est de déterminer les facteurs responsables des dommages sur les ouvrages afin d'amener les autorités territoriales à mieux comprendre les causes l'érosion sur les aménagements.

2. MÉTHODOLOGIE

2.1. Zone d'étude

Le quartier Zaria se localise dans le 1er arrondissement communal de la ville de Maradi et couvrent respectivement une superficie totale de 204 hectares. Il est situé entre les coordonnées 13,517068° de latitude Nord et 7,119456° de longitude Est (Dan Tanin M et al., 2020 p. 91). Il est limité au nord par le quartier Soura Aboubacar, au sud par le quartier Ali Dan Sofo, à l'ouest par Soura bildi et Nouveau carré, au nord-est par Mazadou Djika et à l'est par la commune rurale de Jarataoua (Figure 1).

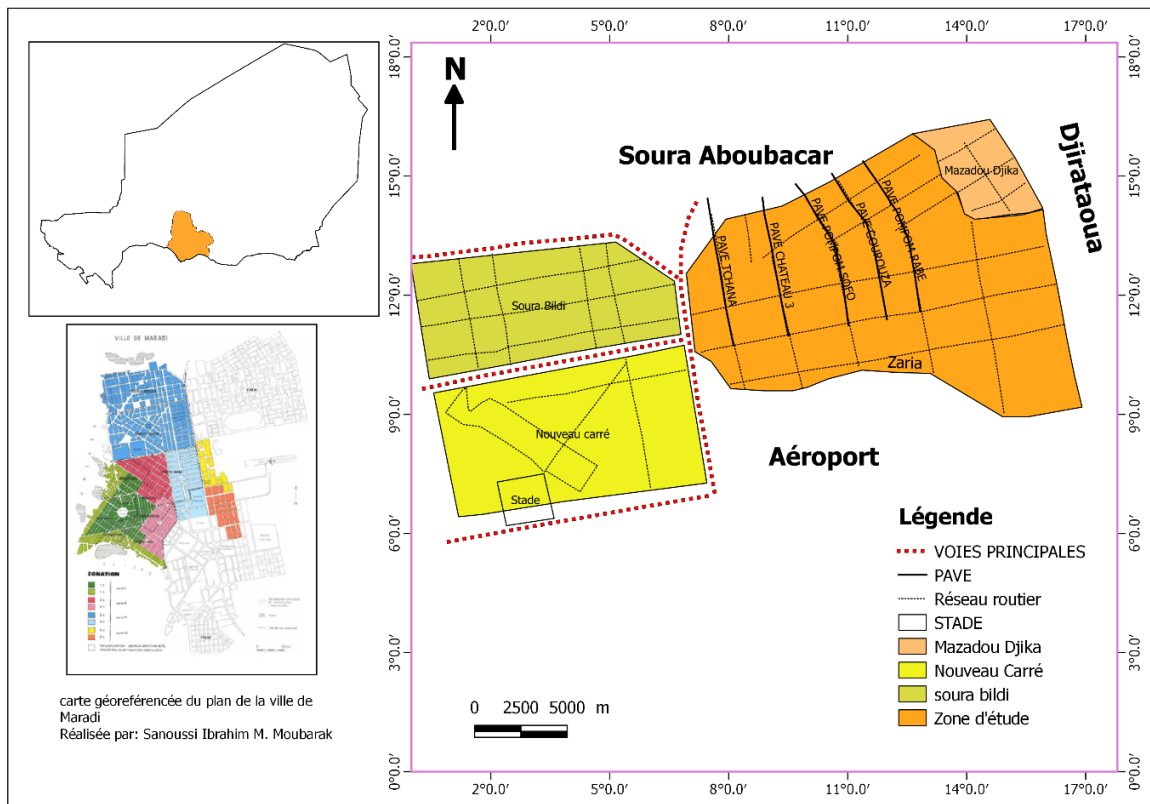


Figure 1. Localisation de la zone d'étude
Source : Google Earth, Aout 2021

2.2. Etapes d'analyse

La démarche méthodologique adaptée dans la conduite de ce travail se résume en trois points que sont :

- a) Le travail de terrain : il permet de collecter des informations sur auprès des riverains sur les causes des dégâts et de constater in visu la situation des différents ouvrages de la zone.

b) Le traitement des données pluviométriques : ces données proviennent de la direction de la météorologie nationale du Niger (DMN). Ainsi, le calcul des pluies supérieures ou égales à 30mm, de même que celui de la variation interannuelle de la pluie ont été fait sur EXCEL.

c) Le calcul du potentiel de ruissellement s'est fait sur la base de la formule suivante (Diallo et al., 2004a cité par Drissa D., Roose E., 2006):

$$PRUI = 10 Pa \times KRAM$$

PRUI : potentiel de ruissellement (en m³ ha⁻¹an⁻¹)

Pa : quantité annuelle de pluie (en mm)

KRAM : coefficient de ruissellement annuel moyen (en % de la pluie annuelle) Pour une gamme pluviométrique retenue (500 à 600 mm), PRUI est calculé avec les hypothèses simplificatrices suivantes : KRAM = 90 % (pour les toitures) et 70 % pour les routes sans revêtement.

L'analyse des images Google Earth : elles sont utilisés pour afin de voir l'évolution du bâti dans la zone d'étude. Pour cela trois images sont prises donc celle de 2004, 2011 et 2022. Les superficies ont été directement sur Google earth et les images ont été dans Qgis.

3. RÉSULTATS

3.1. Variation interannuelle de la pluie et évolution des pluies extrêmes

L'analyse de l'évolution interannuelle de la pluie montre une forte variation interannuelle de la pluie (Figure 2). A titre illustratif, en 1993 au niveau de la station de Maradi le cumul annuel était de 356,5mm contre 519,7mm en 1994. Donc on passe d'un cumul déficitaire à celui d'exceptionnel. La moyenne de cette série (1980-2019) est de 501,6mm. Cette variation interannuelle influe sur le volume écoulé et fragilise de plus en plus l'environnement.

La Figure 3 présente l'évolution des pluies supérieures ou égales à 30mm. Globalement, l'analyse de la figure ressort une tendance à la hausse des pluies supérieures à 30mm dans la zone d'étude. En effet, l'augmentation des pluies supérieures ou égale à 30mm en un laps de temps peut provoquer un tassement des sols du fait de sa texture sableuse. Ce qui entrainerait une diminution de l'infiltration d'où l'accélération du ruissellement responsable de diverses formes d'érosion. Les extrêmes pluvieux peuvent jouer également un rôle important dans la variation des débits du cours d'eau (Sanoussi Ibrahim, 2021).

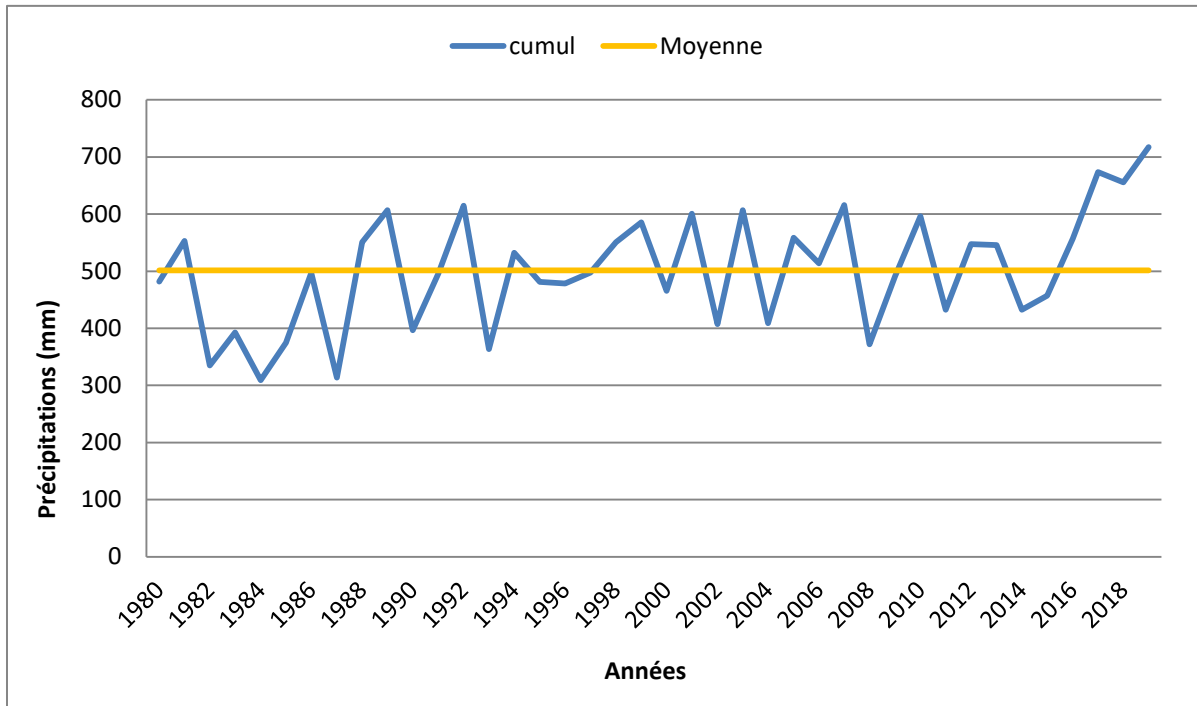


Figure 2. Évolution interannuelle de la pluie
Source: station de Maradi, 2021

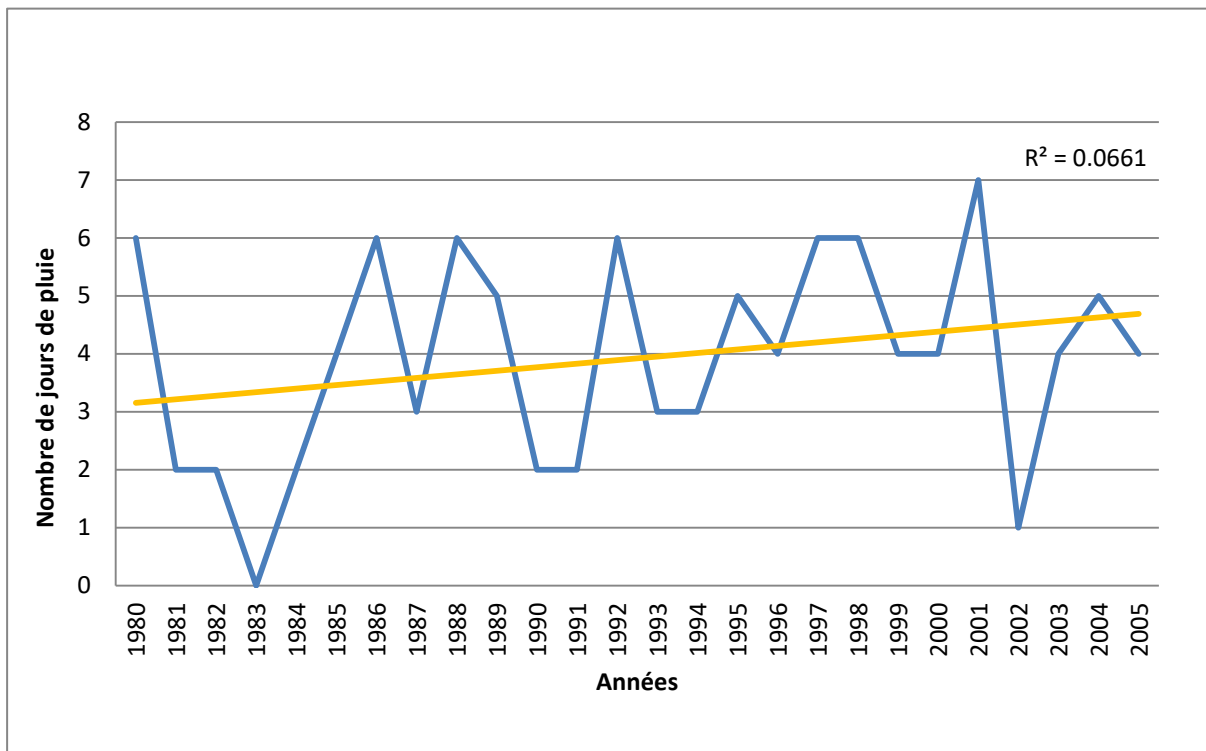


Figure 3. Variation du nombre de jour de pluie supérieure à 30mm
Source : station de Maradi, 2021

3.2. Nature du sol et topographie

La pluie est le facteur clé de l'érosion de par sa hauteur, son intensité et sa durée (Roose, Lelong, 1976). En effet, les gouttes de pluies dans les zones arides et semi arides percutent les sols avec une énergie assez importante qui sépare aisément les particules du sol par le peu d'argile et de matière organique qu'ils contiennent. Sous le choc des gouttes de pluie, la surface du sol devient cratériforme, donc une nouvelle répartition des particules s'effectue. Ainsi, les grosses particules demeurent sur place tandis que les petites sont dispersées et pénètrent avec l'eau en bloquant de ce fait les interstices. Cela donne lieu à la formation d'une membrane peu perméable : c'est la croûte structurale. La formation de cette croûte donne naissance au ruissellement qui selon son caractère emporte les grosses particules demeurées à la surface et expose les couches inférieures. L'épaisseur du sol sableux étant faible (environ 1mm), chaque nouvelle précipitation solidifie l'espace on parle alors d'une croûte d'érosion. Selon Poeson (1986) c'est sur les sols dont la concentration combinée d'argile et de limon est d'environ 10% que cette croûte se forme facilement. Le ruissellement au niveau des espaces encroutés devient rapide, la capacité d'absorption avoisine donc une valeur très faible. Woodruff C M (1948) affirme qu'avec une forte pente le ruissellement devient lui-même abrasif et son énergie dépasse celle de la pluie au-delà de 15%, on parle alors de l'érosion accélérée.

Le quartier Zaria repose sur un sol sablonneux. Ce type de sol est facilement reconnaissable de par sa texture et sa structure. Le sableux se caractérise par une faible résistance à l'érosion. Il est très vulnérable au détachement des particules d'où l'aggravation des dommages dans la zone. La pente joue un rôle important dans le déclenchement et l'accélération du ruissellement. La ville de Maradi repose sur un terrain accidenté avec une altitude moyenne de 380m (Ibrahim Dan Tanin M, 2019, p. 50). Les eaux de ruissellement collecté en amont sur des espaces habités sous l'effet de la pente rejoignent les bas-fonds avec une agressivité important et mettent en mal les ouvrages collectifs.

3.3. Inadéquation des réseaux de drainage

Les réseaux de drainage des eaux sont dans l'ensemble des rues entrecoupées par des voies latéritiques et pavées. Le ruissellement dans la zone d'étude va généralement dans le sens Nord-Nord-Ouest. Les pavés servent de desserte pour les différentes eaux collectées dans les ruelles (Mamadou I, 2014.). L'on remarque sur l'ensemble des pavés une érosion régressive (recul de tête de ravin). Après 2017, celui de Zaria I est enfin stabilisé (Figure 4). Le plan en damier qui caractérise la zone à contraints les autorités à la construction des voies latéritiques pour alléger les souffrances des habitants du quartier. Ces voies construites sont menacées de destruction à chaque saison de pluie.

En effet, les voies construites perpendiculairement au sens d'écoulement sont selon l'énergie du ruissellement entamées par l'érosion (Figure 5) et/ou l'ensablement de celle-ci. Cela s'explique par important sable observé après le passage des eaux sur les voies (Figure 6).



Figure 4. Pavé stabilisé à l'exutoire



Figure 5. Latérite entamé par l'érosion

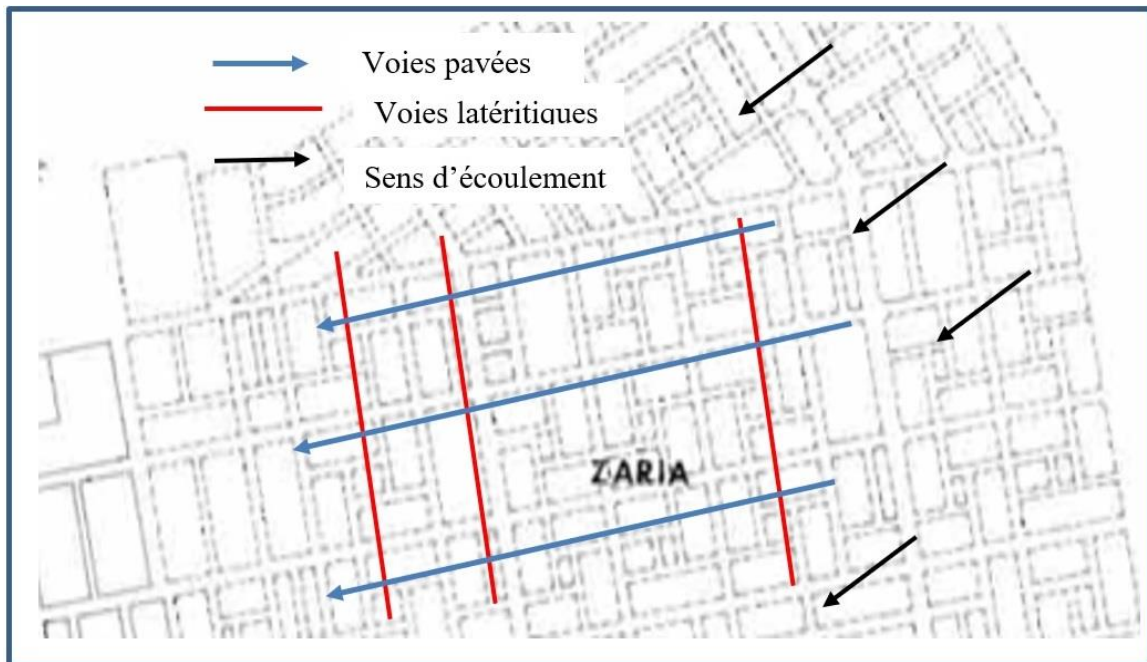


Figure 6. Organisation des voies dans la zone d'étude

3.4. Forts ruissellements

Le potentiel de ruissellement (P_{rui}) calculé sur la base des pluies tombées (500 à 600) dans la zone d'étude varie de 4 500 à 5 400 $m^3/ha/an$ pour les toitures et 3 500 à 4

200 m³/ha/an sur les routes sans revêtements. Ces volumes d'eau combien important est destinés au ruissellement.

Toutes les eaux de ruissellement collectées dans la communauté urbaine de Maradi ont pour bon port la vallée du goulbi qui constitue le bas fond de la région. Dans la majorité des quartiers les eaux de ruissellement transitent dans des caniveaux. Contrairement au quartier Zaria, l'eau est acheminée par les pavées. La nature du sol laisse à croire une importante infiltration. Mais l'accroissement urbain limite cette infiltration en favorisant le ruissellement. Seuls sept (7) assure la desserte en eau. Le volume important écoulé combiné à une pente plus au moins forte augmente les risques d'érosion aux cotés adjacents des bordures (Figure 7). Ces érosions localisables sont traitées localement par les paysans. En effet, face à cette érosion latérale, les riverains les plus exposés sollicitent la population à remplir la partie exposée par des ordures ménagères donc il comble par du sable. D'autres utilisent pneus usés pour fixer le sol. Le fort ruissellement que connaissent ses ouvrages fait que les riverains sont en constante activité pour se protéger de l'érosion ravissante. De même, les latérites construites perpendiculairement à des ruelles à fort ruissellement sont exposés à l'érosion. Dans les zones où la pente est forte comme c'est le cas au niveau de pavé *pompom Sofo*, le nouveau pavé construit avant la saison de pluie a été érodé après un évènement pluvieux (Figure 8).



Figure 7. Érosion adjacente à la bordure



Figure 8. Nouveau pavé érodé

3.5. Changements d'usage du sol

La crue de 1945 a changé la configuration de la ville de Maradi. En effet, avant cette date, la population de Maradi, vivait dans la vallée du goulbi. Suite à la montée brusque des eaux, les autorités coloniales installèrent la ville sur le plateau. C'est ainsi que les premiers quartiers furent construits. Avant l'augmentation de la population après les années 1960 les besoins en terre s'est accrue. Les terres qui étaient sauvages (naturels)



Figure 9. Évolution du bâti dans le quartier Zaria

Source: Google earth, Aout 2021

commençaient à être convoitées. Selon les témoignages d'un vieux résident et dans le quartier Zaria : « *dans le temps si on te dit de t'aventurer dans ce quartier tu n'oserais même pas du fait de la distance et aussi du nombre important d'animaux s'y trouvant sur le lieu* » disait-il. Sous les effets des actions humaines, cette faune et cette flore s'éloignent de plus en plus pour ne laisser pas qu'aux terres de culture ou d'habitation.

En 2004 la superficie du bâti dans le quartier Zaria était de 243 ha. Donc les habitations entaient près des champs de culture. Les habitants des vieux quartiers propriétaires de ces champs y passaient pour les cultures de pluie. A partir de 2011, les champs ont été loti du fait que la superficie des bâtis à augmenter de 113ha en espace de 7ans. Aujourd'hui dans ce quartier on ne parle plus champs car tout le quartier est loti et s'étend sur les villages environnant. De ce fait entre 2011ha et 2022, la superficie du bâti à progresser de 94 ha (Figure 9).

L'extension urbaine ne pas sans conséquence sur le fonctionnement globale du bassin. En effet, les changements d'état de la surface du sol induit à un changement du comportement hydrodynamique du sol (Abdou Malam, 2014). L'eau qui jadis est interceptée par la végétation et le sol et actuelle interceptée par des toits hermétiques (imperméables) et des sols quasiment nus. Cela réduit l'infiltration et facilite la concentration des eaux d'où l'accélération dans les ruelles. Cette théorie est expliquée par (Abdou Malam, 2007 ; Descroix et al., 2017 ; Mahé, 2011) qui dans leurs travaux

respectifs montré que malgré la baisse de la pluie on observe sur des sols sahéliens un important ruissellement.

Les effets se traduisent par une érosion accélérée (Mamadou I et al., 2020).

4. DISCUSSION

Les résultats de cette étude présentent l'érosion hydrique dans le quartier de l'arrondissement communal 1 de la ville de Maradi sur les infrastructures urbaines. Cette érosion est liée à des facteurs humains mais est amplifiés par des ceux naturels. Ainsi, les facteurs de l'érosion varient selon les milieux. Dans l'Est du Niger, une étude montre que l'intensité de la pluie en 5 minutes (de l'ordre de 60 à 80mm) accélère l'érosion pluviale. Mais il est notoire que cette érosion est amplifiée par la nature du sol (sableux peu cohérent) de la zone (Bachir et al., 2019). Donc les fortes pluies enregistrées sont responsables des dommages pour les populations. Avenard J. M. (1994) explique que sur le versant du Prérif, l'érosion est influencée par une prédominance de roche tendre vis-à-vis de l'érosion conjugué à l'agressivité du climat avec de période de pluie intense à forte capacité érosive. Aussi, Azontonde H-A. (1994) révèle que la pente joue également dans l'érosion des ouvrages. Il stipule que sur des sols tropicaux ferrugineux où la pente est faible ou moyenne, la perte de 36 t/ha/an.

En effet, les effets de l'érosion causent des dommages importants aux aménagements urbains. Les résultats sont en partie similaires à ceux trouvés par Dan Tanin M et al. (2020) et Dan Tanin M. (2019) qui révèle que les milieux urbains de Zaria et Mazadou Djika sont sujets à une forte érosion dont les facteurs sont à la fois la nature du sol, les pentes et les forts ruissellements. Bernard E, Bruno J-F. (2000) attestent que l'érosion des versants est l'équation sine qua non à résoudre pour lutte contre l'érosion hydrique sur les sites urbains car selon ces derniers ce sont les petits ravins qui se forment qui amont qui viennent jusqu'au site urbain. Ils sont également fortifiés par les résultats de Etene C-G. (2017) qui dans une ville Béninoise conclue que les déterminants physiques et humains sont à la base de l'amplification du phénomène d'érosion dans la ville de Adjarra. Les conséquences se traduisent par le déchaussement et le ravinement des habitations et des édifices publics (Mamadou I et al., 2019).

5. CONCLUSIONS

En gros les résultats de cette étude ont permis de voir que la zone d'étude est sujette au phénomène d'érosion pluviale sur les ouvrages urbains particulier les voies de circulation. Aussi, il ressort de l'étude que les facteurs responsables de cette érosion

sont à la fois naturels (nature du sol, le climat) et humains (changements d'usage du sol, insuffisance des réseaux de drainage. Cette étude constate et pose le problème de l'insuffisance des ouvrages de desserte des eaux de ruissellement. D'où la nécessité de multiplier les ouvrages afin de réduire la charge de ceux existants.

Pour les planificateurs, le meilleur moyen de lutte contre ce phénomène c'est la prise en compte des risques de destruction des ouvrages lors des travaux de construction. Cela permet de mieux prendre en compte tous les paramètres lors de l'activité. Dans la situation actuelle, il est suggéré les autorités en charge d'urbanisme (collectivité territoriale, conseil de ville...) initie des études de quantification des eaux de ruissellement. Ce qui permet de mieux planifier les ouvrages. Aussi, les autorités doivent mettre en place un service de contrôle et de conseil pour l'aménagement adéquat des voies. Pour les voies latéritiques, il est recommandé la construction des buses à chaque intersection des voies où le ruissellement est fort. Lors des lotissements, les plans d'urbanisation devraient prévoir des plans d'assainissement bien étudiés et structurés.

Pour des actions plus efficaces, les collectivités territoriales se doivent de constituer une équipe multidisciplinaire qui a pour mission la définition et la mise en œuvre d'un programme national de recherche et de sensibilisation sur la gestion de ruissellement en milieu urbain.

5. RÉFÉRENCES

- ABBA, B., MALAM ABDOU, M., MAMADOU, I., OUSMANE ABOUBACAR, M-L. 2019. Les dommages liés à l'érosion hydrique dans deux arrondissements de la ville de Zinder (Niger). *Revue de géographie de l'université de Ouagadougou* 3 : 1-19.
- AVENARD, J. M. 1994. Dynamique érosive actuelle et action humaine dans le prerif (Maroc). *Colloque environnement humain de l'érosion, ORSTOM, 53 p.*
- AZONTONDE, H-A. 1994. Impact de l'homme sur la dynamique érosive des sols ferrugineux du nord et centre Benin et mesures conservatrices. *Colloque environnement humain de l'érosion, ORSTOM, 53 p.*
- BAHARI IBRAHIM, M., BOUZOU MOUSSA, I., FARAN MAIGA, O. 2018. Evolution des caractéristiques pluviométriques et recrudescence des inondations dans les localités riveraines du fleuve. *Revue électronique en science de l'environnement, ISSN 1492-8442, pp. 1-24.*
- BERNARD, E., JEAN-FRANÇOIS B. 2000. Gestion de la lutte contre une érosion de versant avec dégâts sur site public. *Revue percée* 257: 67-77.

- DESCROIX, L., KERGOAT, L., GRIPPA, M., DACOSTA, H., MALAM ABDOU, M., DIONGUE-
NIANG, A., GUICHARD, F., GAL, L., DARDEL, C., VANDERVAERE, J-
P., MAMADOU, I. 2017. Paradoxes hydrologiques au sahel : où en est-on ?
Eau-société-climat, 6 p.
- DESCROIX, L., DIEDHIOU, A., VISCHEL, T., NADINE, D., MALAM ABDOU, M., SOULEY
YERO, K., HIERNAUX, P. 2012. Scénarios de changements climatiques et de
leur impact sur l'hydro système et la végétation. Projet de recherche :
'*Elevage Climat et Société*', ANR ; 50 p.
- DIALLO, D., ROOSE, E. 2006. Gestion de l'eau et des sols sur topo séquences cuirassées
en Afrique occidentale : limites des méthodes traditionnelles et
perspectives. *Actualité scientifique, Actes de la session VII Organisée par le
Réseau E-GCES de l'auf au sein de la conférence ISCO de Marrakech (Maroc)*,
405 p.
- ETENE, G. C., ISSA, M. S., CHABI, P. A. B., KOUSSINOU, E., SOUKOSSI, R. 2017. Érosion
pluviale et dégradation des établissements humains à Adjarra au Bénin. *Rev.
Ivoir. Sci. Technol.*, pp. 217 – 234.
- FREDDY, R., JEAN-LOUIS, B., ALAIN, M., GEORGES, R. 2004. Rôle de la végétation dans la
protection contre l'érosion hydrique de surface. *Géoscience* ; pp. 991-998.
- MAHE, G., LIENOU, G., BAMBA, F., PATUREL, J. E., ADEAGA, O. DESCROIX, L., MARIKO, A.,
OLIVRY, J.C., SANGARE, S., OGILVIE, A., CLANET, J. C. 2011. Le fleuve Niger
et le changement climatique au cours des 100 dernières années. *Hydro-
climatology: Variability and Change*, pp. 131-137.
- IBRAHIM DAN TANIN, M., MAMADOU, I., DESCROIX, L. 2020. Cartographie des formes
d'érosion hydrique dans les quartiers Zaria 1 et Mazadou djika de la ville de
Maradi (Niger). *Revue de géographie et d'aménagement et régional*, pp. 1-29.
- IBRAHIM DAN TANIN, M. 2019. *Cartographie des formes d'érosion hydrique dans les
quartiers Mazadou Djika et Zaria 1 dans le 1^{er} arrondissement communal de
la ville de Maradi (Maradi)*. Mémoire de Master, département de géographie,
université de Zinder, 95 p.
- MAHE, G., PATUREL, J-E. 2009. Sahelian annual rainfall variability and runoff increase of
Sahelian Rivers. *C.R. Geosciences* (341) : 538-546.
- MALAM ABDOU, M. 2007. *Approche méthodologique pour la constitution d'une base de
données pour la surveillance des systèmes hydro géomorphologiques du
bassin de kori Dantiandou (degré carré de Niamey)*. Mémoire de Master,
département de géographie, Université Abdou Moumouni(UAM), 115 p.
- MALAM ABDOU, M. 2014. *Etats de surface et fonctionnement hydrodynamique multi-
échelles des bassins sahéliens ; études expérimentales en zones cristalline et*

- sédimentaire*, Thèse de Doctorat, Université de Grenoble et Université de Niamey, 302 p.
- MAMADOU, I ET AL. 2019. *Risques d'inondation et proposition d'un plan d'évacuation des eaux de pluie dans la ville de Kantché, région de Zinder au Niger*. European Scientific Journal 15 (35) : 88-104.
- MAMADOU, I ET AL. 2020. *Augmentation du ruissellement et inondation des terres agricoles de la cuvette de Gayi dans la région de Zinder au Niger*, Revue Ivoirienne de Géographie des Savanes, Université Alassane OUATTARA de Bouaké, n. s, pp. 8-24.
- MAMADOU, I. 2014. La gestion des eaux de pluie et risques d'inondation dans la ville de Zinder au Niger, Revue Territoires, Sociétés et Environnement, *Revue scientifique semestrielle (Territoires, Sociétés et Environnement)*, Université de Zinder, n°003, pp. 9-28.
- ROOSE, E., LELONG, F. 1976. les facteurs de l'érosion hydrique en Afrique tropicale : études sur petites parcelles expérimentales de sol. *Revue de géographie physique et de géologie dynamique*, pp. 365-374.
- SANOUSI IBRAHIM, M.M. 2021. *Dynamique hydro géomorphologie du lit du goulbi de Maradi entre Nielloua et Maradi et perception paysanne*. Mémoire de Master, département de géographie, Université de Zinder, 76 p.
- SIGHOMNOU, D, ILIA, A., TANIMOUN, B. 2010. *Evénements de crues de juillet à septembre 2010 dans le Niger Moyen*, ABN, 8 p.
- SIGHOMNOU, D., TANIMOUN, B., ALIO, A., ZOMODO, L., ILIA, A., OLOMODA, I., COULIBALY, B., KONE S., ZINSOU D., R. DESSOUASSI, R. 2012. *Crue exceptionnelle et inondations au cours des mois d'août et septembre 2012 dans le Niger Moyen et Inférieur*, ABN, 11 p.
- TARHULE, A. 2005. Damaging rainfall and flooding : the other sahel hazards. *Climatic Change* 72 : 355-377.
- THOMAS, W., ELEONORE W. 2010. Contribution à l'analyse de l'érosion intra-urbaine à Kinshasa (R.D.C.). *Revue belge de géographie*, pp. 293-314.
- WOODRUF, C. M. 1948. Erosion par rapport à la couverture des cultures et à la pente sur une parcelle de serre. *Journal de la soil science society of America*, vol 12, pp. 475-478.
- YONGUE – FOUATEU, R., BOLI BABOULE, Z., TEMGOUA E., BITOM, D L. 2014. Érosion hydrique en milieu urbain : le cas du site d'oyomabang dans la ville de Yaoundé. *IRAD BP 2123 Yaoundé – Cameroun*, pp. 1-11.