

Vulnérabilité du site urbain de Brazzaville (République du Congo) face à la menace climatique et à la pression démographique

Martin MASSOUANGUI KIFOUALA

Université Marien Ngouabi, Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines, Parcours-type Géographie, Centre des Recherches sur les Tropiques Humides (CRTH), Brazzaville République du Congo

* Correspondance, courriel : mmartinkif@gmail.com

Résumé

De par sa superficie et sa population, Brazzaville est la plus importante ville de la République du Congo. Elle est confrontée à des multiples problèmes d'ordre environnemental. Analyser les facteurs de vulnérabilité du site urbain de Brazzaville et les problèmes qui le minent sont les principaux objectifs que vise cette étude. Les données utilisées sont : les statistiques démographiques, les précipitations journalières et les superficies urbanisées. Elles ont été complétées par des marches exploratoires et la recherche documentaire. Sur ces données, ont été appliquées des analyses statistiques. Les principaux résultats obtenus montrent que Brazzaville enregistre une augmentation rapide de la population et une extension accélérée de l'espace. Les jours extrêmement pluvieux (R56 mm) et les intensités simples des pluies (SDII) accusent une tendance à la hausse. Construite sur un site dominé par des plateaux à pentes plus ou moins fortes où affleure du sable, l'agglomération de Brazzaville est très vulnérable. Les phénomènes d'érosion, d'inondation et d'ensablement deviennent très récurrents et dégradent l'environnement, surtout dans les quartiers nord de la ville. Les habitations et les édifices publics sont détruits, les routes dégradées et les populations sinistrées. Ce travail donne des informations utiles à la réalisation de la cartographie des zones à risques et à la gestion des risques et catastrophes naturelles en milieu urbain.

Mots-clés : *République du Congo, Brazzaville, vulnérabilité, population, climat.*

Abstract

Vulnerability of the Brazzaville urban site in the face of the climate threat and demographic pressure

Because of its size and population, Brazzaville is the most important city in the Republic of Congo. It faces many environmental problems. The present study aims to analyze the vulnerability factors of the Brazzaville site and the problems that undermine it. In order to carry out this work, we used as data: the daily statistics, the daily precipitation and the urbanized surfaces. They were supplemented by exploratory walks and documentary research. These data have been applied. The main results obtained show that Brazzaville is recording a rapid increase in population and an accelerated expansion of space. Extremely rainy days (R56 mm) and simple rainfall intensities (SDII) show an upward trend. Built on a site dominated by plateaux, where the agglomeration of Brazzaville becomes very vulnerable. The phenomena of erosion, flooding and silting become more prevalent and degrade the environment, especially in the northern neighborhoods of the city. Houses and public buildings are destroyed, roads are degraded and people are affected. This work provides useful information for the mapping of risk areas and the management of natural disasters in urban areas.

Keywords : *Republic of Congo, Brazzaville, vulnerability, population, climate.*

1. Introduction

Les sources disponibles nous renseignent que, dans la seconde moitié du XX^{ème} siècle, les villes du monde entier ont connu une forte augmentation des épisodes dramatiques. A titre d'exemple, en 2013, au nombre des catastrophes naturelles ayant engendré des pertes humaines et des dommages considérables, 90 % étaient liées aux extrêmes hydrométéorologiques ou climatiques [1]. L'aggravation et l'ampleur des impacts engendrés par ces extrêmes hydrométéorologiques ou climatiques est consécutive à la pression démographique croissante exercée sur les espaces urbains et aux modalités de l'urbanisation [2 - 4]. Or, le taux d'urbanisation entre 2000-2030 devrait être 26 fois plus important que lors de la période 1970-2000 [5, 6]. Cette expansion renforce les interactions que les villes entretiennent avec les basses couches de l'atmosphère et qui sont à l'origine d'un climat urbain spécifique (microclimat). Les villes modifient le climat à l'échelle de l'espace qu'elle occupe. On s'attend donc à ce que les villes soient soumises à la fois aux effets régionaux du changement climatique global et au microclimat urbain local qui est déjà en perpétuel changement au rythme de l'expansion urbaine. Comparées aux villes asiatiques et latino-américaines, les villes africaines enregistrent une croissance démographique annuelle plus accusée supérieure à 4 % [7]. De ce phénomène résulte une croissance spatiale qui s'illustre par la création des nouveaux quartiers périphériques et des bidonvilles. La présente étude porte sur la vulnérabilité du site urbain de Brazzaville face à la menace climatique et à la pression démographique. L'agglomération de Brazzaville (capitale de la République du Congo) est située en Afrique centrale. Elle est localisée entre 15°20' et 15°25' de longitudes est, et entre 4°10 et 4°25' de latitudes sud. C'est une ville bâtie pendant la période coloniale en amont des cataractes sur la rive droite du fleuve Congo. Son site est dominé par les plateaux qui occupent 2/3 de la superficie de la ville. Ils sont repartis en trois sous-unités :

- Le plateau de Mbé : qui est le prolongement méridional des plateaux Batéké. Situé au Nord et à l'ouest, il surplombe Brazzaville sur des altitudes comprises entre 400 et 600 m. Le plateau de Mbé abrite les quartiers de Talangai-Mikalou (Thomas Sankara, Makaba-ndilou, Nkombo, Massengo..) actuellement menacés par l'érosion. Les altitudes élevées des plateaux Batéké, précisément le plateau de Mbé exposent aussi ces quartiers aux vents humides en provenance du fleuve Congo. Cela a pour conséquence des pluies orographiques à très petite échelle (moins d'un km) ;
- Le plateau intermédiaire : s'incline du nord-ouest vers le Sud-est avec une altitude moyenne de 300 m. Il est constitué de plusieurs ravins et vallées disposés de façon parallèle au fleuve Congo. Le plateau intermédiaire est surplombé au nord-ouest par le plateau Batéké à travers un talus de 400 m et au sud-ouest par le plateau de cataractes marqué par un talus de 100 m environ ;
- Le plateau de cataractes : sur lequel sont établis les quartiers de Makélekelé, s'étale à l'ouest de la rivière Djoué.

Le reste de l'agglomération (1/3) est construit sur la plaine d'origine alluviale qui occupe le nord. On y trouve les arrondissements de Poto-Poto, Mougali et Ouenzé. La plaine alluviale se caractérise par des faibles altitudes dépassant rarement 200 m. C'est donc une zone très favorable aux inondations. Les travaux menés sur l'agglomération de Brazzaville montrent que :

- Brazzaville est caractérisée par une urbanisation horizontale fort consommatrice d'espace, ne répondant souvent pas aux critères de durabilité urbaine [8, 9] ;
- Brazzaville compte des nombreuses zones vulnérables qui subissent l'érosion hydrique dans les bassins versants urbains et des bas-fonds non aedificandi mais anarchiquement occupés par l'habitat [10 - 13] ;
- Son site est actuellement en proie aux phénomènes d'inondation et de stagnation des eaux en difficulté la population et les autorités municipales [14].

Ces faits sont certainement en relation avec les caractéristiques du climat et de la population. Ainsi se pose la question de savoir comment évoluent le climat et la population de Brazzaville ?

La présente étude a pour but d'analyser les principaux facteurs de vulnérabilité du site urbain de Brazzaville d'une part, et les problèmes qui le minent d'autre part. La notion de « vulnérabilité », avec ses corrélats de risque, de capacité d'adaptation, et de résilience est aujourd'hui au centre de l'analyse des risques « naturels » en milieu urbain, en relation avec le changement climatique [15, 16]. Face au changement climatique, il est important de comprendre l'évolution du climat et ses impacts afin de mettre en place des stratégies d'adaptation et de gestion des risques et catastrophes climatiques en milieu urbain [2, 8, 17]. L'analyse des facteurs de vulnérabilité, comme le soulignent [18] donne le moyen de prévoir l'ampleur des préjudices potentiels, car elle fournit une mesure quantitative de l'exposition des éléments et une mesure qualitative de la capacité de réponse d'un individu ou d'un groupe exposé à un sinistre. C'est la meilleure façon d'améliorer le cadre de vie des citoyens, de réduire les pertes et les coûts des dégâts causés par les extrêmes climatiques. Très souvent, dans cette perspective d'idées, les villes côtières, face à l'augmentation du niveau de la mer provoquée par le réchauffement climatique [19], retiennent une attention particulière des scientifiques. Et souvent les villes situées en plein cœur des continents sont reléguées au second plan.

2. Méthodologie

2-1. Recherche documentaire

Elle a été faite dans différentes bibliothèques de la place. Les autres informations ont été recueillies via internet. Elle a permis de recueillir des informations nécessaires sur les travaux antérieurs menés sur la localité de Brazzaville en général, et ailleurs sur cette thématique en particulier.

2-2. Collecte des données

Le travail s'est appuyé sur l'exploitation de plusieurs sources de données : les données statistiques complétées par des marches exploratoires dans les zones problématiques. Trois types des données statistiques ont été nécessaires pour réaliser cette étude. Il s'agit :

- Des statistiques des différents recensements généraux de la population et de l'habitat effectués en République du Congo en général, et à Brazzaville de 1950 à 2015 en particulier. Elles ont permis d'apprécier l'évolution de la population ;
- Les données de superficies urbanisées (1959-1997) pour montrer l'extension de la ville ;
- Et les données climatologiques, plus précisément les précipitations au pas de temps journalier allant du 1^{er} janvier 1950 au 31 décembre 2016. Elles ont servi à la caractérisation les extrêmes pluviométriques.

Il convient aussi de signaler les cartes topographique et géologique qui nous ont aidés à dégager le type de relief et des roches sur lesquels est bâtie l'agglomération de Brazzaville. Les marches exploratoires ont été d'une importance capitale. Elles ont permis de visiter et de photographier les zones menacées.

2-3. Traitement et analyse des données

2-3-1. Contrôle de qualité

Nous avons utilisé le programme disponible dans le progiciel RCLimDex développé par la branche de recherches sur le climat du service météorologique du Canada. Cette méthode aide à identifier les erreurs d'enregistrement qui peuvent exister dans des données climatiques quotidiennes (*Figure 1*). Les valeurs négatives, par exemple, sont considérées comme données manquantes et sont aussitôt remplacées par -99,9.

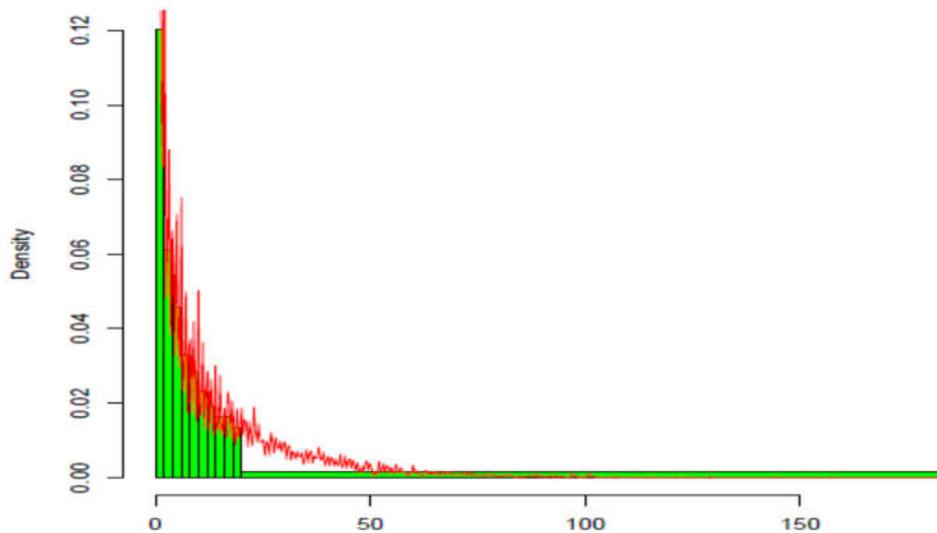


Figure 1 : Contrôle de qualité des données de précipitations de la station de Brazzaville (1950-2016)

2-3-2. Calcul des indices

A partir des données des précipitations journalières, nous avons calculés les indices des extrêmes climatiques. Il s'agit de :

- Intensité simple des pluies (SDII) : c'est le total des précipitations sur le nombre des jours pluvieux [20] ;
- Jours extrêmement pluvieux (R56 mm) : est le nombre de jours au cours desquels il a été enregistré une quantité d'eau supérieure ou égale à 56 mm d'eau dans le cadre de cette étude. Le choix de ce seuil n'est pas un fait du hasard. Elle correspond à la hauteur d'eau qui est tombée le 24 décembre 2014. Des nombreux dégâts ont été engendrés à la suite de cet événement pluvieux : routes ravinées et coupées, maisons enterrées par du sable, des quartiers entiers inondés, des arbres déracinés, des nombreux sinistrés climatiques. Du 1^{er} janvier 1950 au 31 janvier 2016, sur 24317 valeurs observées, 189 seulement sont ≥ 56 mm d'eau, soit 0,77 %. Ce qui prouve qu'il s'agit des événements rares, donc des extrêmes climatiques.

2-3-3. Tendances (trends)

La tendance de l'évolution des précipitations a été dégagée à partir de la méthode de [21] : slope estimator. En effet, Si le slope error est supérieur au slope estimator, alors le slope estimator est faux. Si le p-value est inférieur à 0,05, la tendance est significative au seuil de confiance de 95 %.

3. Résultats et discussion

3-1. Facteurs de vulnérabilité du site urbain de Brazzaville

3-1-1. Évolution de la population

La population de Brazzaville évolue très vite. De 1950 à 1970, cette évolution était timide. La population de Brazzaville ne dépassait pas 200.000 habitants. La ville a enregistré une réelle explosion démographique après 1970, à l'image des nombreuses villes des pays de l'Afrique Noire [11]. Sa population a plus que doublé de 1970 à 1980. On est passé de 410.000 habitants en 1980 à plus de 700.000 habitants en 1990. Le cap de

1.700.000 habitants fut franchi en 2015 (**Figure 2**). Cette poussée démographique est soutenue par le fort taux de fécondité et les migrations; plus de 35.000 personnes s'ajoutent chaque année sur la population de Brazzaville [10], soit une croissance de 7 % [22]. De par ses structures socio-économiques, Brazzaville exerce une influence considérable aussi bien sur les localités rurales que urbaines du Congo. Plus de la moitié de la population est formée soit des habitants provenant d'autres villes du Congo, soit d'ex-ruraux, se "citadinisant" progressivement [23]. Cette augmentation rapide de la population, si elle n'est pas suivie par des mesures d'accompagnement, est un danger pour l'équilibre de l'environnement et le cadre de vie des populations.

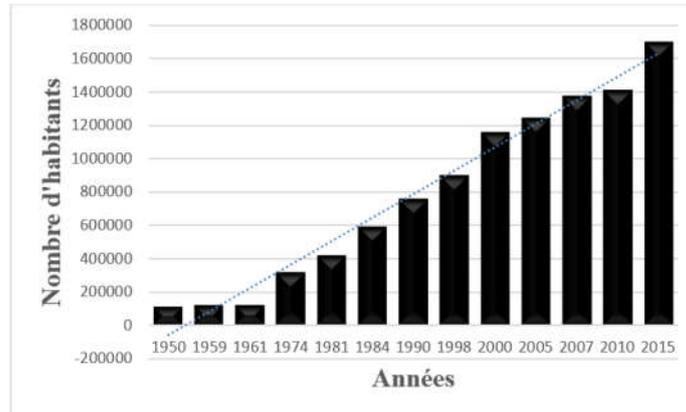


Figure 2 : *Évolution de la population de Brazzaville de 1950 à 2015*

Source des données : CNSEE (2015)

3-1-2. Extension de la ville

La croissance démographique a stimulé l'extension de l'espace urbain ou l'étalement de la ville et une occupation anarchique des terres. Ces résultats sont en phase avec les conclusions des travaux antérieurs [24, 25]. Ils ont montré que le tissu urbain évolue dans deux directions à savoir : sud-ouest et sud-nord. Les données disponibles montrent que la surface urbanisée de l'agglomération de Brazzaville ne cesse d'augmenter d'une année à une autre. La forte extension est observée après 1959. Elle est passée de 1800 hectares en 1959 à 8.212 Ha en 1978. En 1997, la surface urbanisée était évaluée à 16.000 ha (**Figure 3**), soit une moyenne de 300 ha occupés chaque année par la population. La confusion persistant sur la gestion du foncier fait que l'urbanisation de la ville de Brazzaville n'a pas pris en compte les contraintes physiques (relief, nature du sol, cours d'eau); visuelles et d'environnement, plus précisément le climat (pluviométrie), la végétation et l'utilisation du sol périurbain [10]. Les « zones à risque », définies par l'urbanisme-telles que les bas-fonds et les versants des plateaux sableux, les lits des cours d'eau ont été occupées par la population, la forêt détruite. Cette occupation anarchique de l'espace est les résultats du mode de gestion foncier très confus. Il est à noter qu'en République du Congo, deux types de régimes fonciers cohabitent de façon antagoniste, depuis l'époque coloniale. La première disposition a été instituée par l'administration coloniale en 1899. C'est un régime du Code civil qui fait de l'Etat le propriétaire éminent de toutes les terres [23]. La deuxième disposition a été introduite par la Constitution de 1969. La loi N° 52/83 du 21 avril 1983 portant code domaniale et foncier en République Populaire du Congo dans son article déclare que « la terre est, sur toute l'étendue du territoire de la République Populaire du Congo, la propriété du peuple représenté par l'Etat ». Cette disposition fut confirmée par la conférence nationale de 1991 [26]. Ce constat est valable pour des nombreuses villes africaines. On peut citer le cas de Kinshasa, Capitale de la RDC où les chefs coutumiers ayant repris possession des terres après l'indépendance, ils les ont revendues sous la forme de petits lopins, quelle que soit leur localisation. Pentés et collines ont été occupées [27].

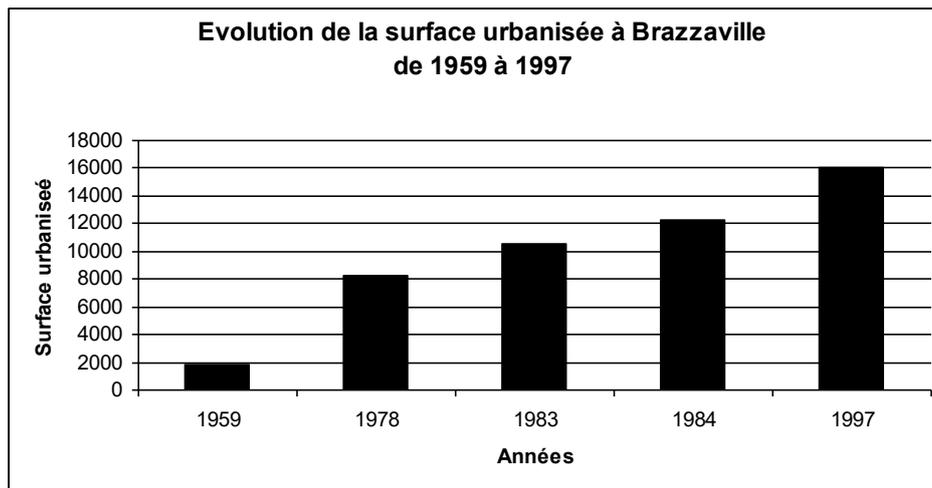


Figure 3 : *Évolution de l'espace urbanisé à Brazzaville de 1959 à 1997 (en Ha)*

Source : Ziavoula (2006)

3-1-3. Évolution des précipitations

3-1-3-1. Évolution des jours extrêmement pluvieux (R56 mm)

Les moyennes mobiles associées aux valeurs standardisées montrent une alternance des sous-périodes excédentaires et des sous-périodes déficitaires.

- Les sous-périodes excédentaires sont : de 1956-1962 ; de 1980-1985 et de 1998-2008. Elles sont caractérisées par une augmentation du nombre des jours précipitations ≥ 56 mm d'eau qui se traduit par des valeurs standardisées positives.
- Les sous-périodes déficitaires sont : de 1963-1979, de 1986-1997 et 2008 à nos jours. Pendant ces sous-périodes, le nombre de jours pluvieux ont évolué au-deçà de la normale. Cette baisse est mise évidence par des valeurs standardisées négatives. Les sous-périodes déficitaires s'intercalent entre les sous-périodes excédentaires.

La droite de régression linéaire montre que dans l'ensemble ; les R56mm ont enregistré une tendance à la hausse, une hausse moins significative à 95 % comme seuil de confiance (**Figure 4**).

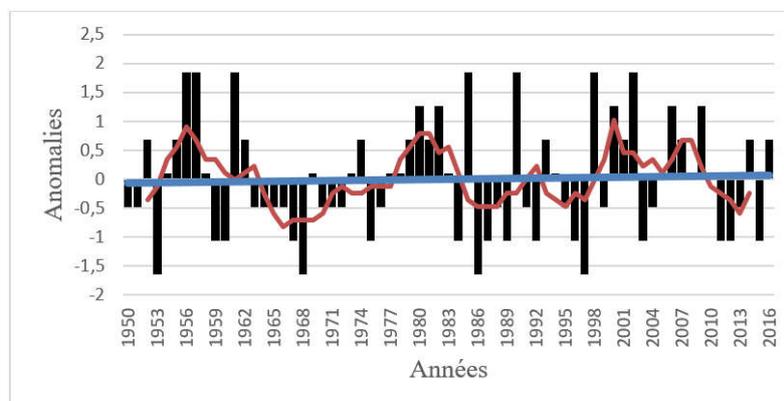


Figure 4 : *Évolution des jours très pluvieux (1950 à 2016)*

Source des données : ANAC

3-1-3-2. Évolution des intensités simples des pluies (SDII)

Les SDII présentent une tendance à la hausse, une tendance très signification à 95 %, comme seuil de Confiance (p-value = 0.92). Cette situation montre une évolution contrastée entre le nombre des jours pluvieux et les quantités d'eau qui y tombent. Alors que les quantités d'eau des pluies d'eau des pluies augmentent à Brazzaville, le nombre de jours pluvieux dans l'ensemble sont en nette diminution (**Figure 5**). La période allant de 1950 à 1992 est dominée par des anomalies négatives. Ce qui traduit une évolution à la baisse des Intensités Simples des Pluies. Mais de 1993 à 2016, les SDII sont en nettes augmentation. Cette hausse est traduite par des anomalies positives.

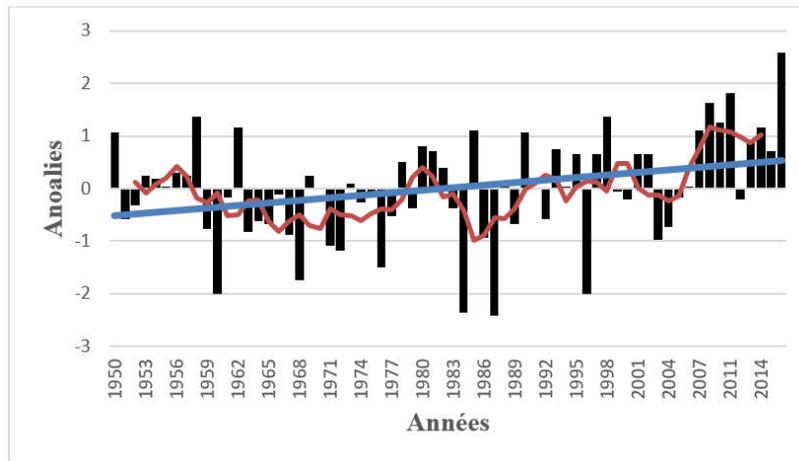


Figure 5 : Évolution des intensités simples des pluies (1950 à 2006)

Source des données : ANAC

L'évolution des précipitations en Afrique Centrale est marquée par: une baisse des totaux des précipitations et une hausse des intensités simples des précipitations [28]. L'agglomération de Brazzaville présente la particularité d'avoir des jours très pluvieux et des intensités simples des pluies en nette augmentation comme l'avait aussi signalé [29]. Ces caractéristiques rendent agressives les précipitations sur le site de Brazzaville.

3-2. Dégradation du site urbain de Brazzaville

Les phénomènes qui contribuent à la dégradation du site urbain de Brazzaville sont multiples et variés. Les plus récurrents sont :

3-2-1. Érosion

Elle attaque les versants souvent nus [30]. Elle exploitant les rues non aménagées et où affleure une roche tendre comme du sable. Cette roche se déploie sur des centaines de mètres de profondeur (**Photos 1 et 2**). On assiste à la destruction des habitations, des édifices publics (écoles et routes) et parcelles, la chute des poteaux électriques. Comme à Kinshasa, l'érosion provoque aussi des pertes en vie humaines, lors des glissements de terrain. Près de 400 ravins auraient été comptabilisés en 2007 [27]. Les populations parfois sinistrées ne bénéficient d'aucune assistance quelconque. Chacun s'arrange à trouver un abri et même à se reloger, dans la mesure du possible. La lutte contre l'érosion est une affaire individuelle. Chacun se débrouille tant qu'il le peut en fonction de ses moyens. L'absence d'un véritable plan directeur et l'occupation anarchique de l'espace favorise le développement des sites d'érosions [15].



Photo 1 : *Ravin et eaux stagnées à Massengo (Talangai)*
Cliché : Massouangui Kifouala



Photo 2 : *Ravin de Massengo (Talangai)*
Cliché : Massouangui Kifouala

3-2-2. Inondations

Les inondations frappent surtout les parcelles construites dans les vallées et les lits majeurs des cours d'eau comme la Tsiémé à Soukissa (Ouenzé). Quand ces rivières entrent en crue, elles déversent leurs surplus en eau dans les parcelles environnantes. Le réseau d'assainissement des eaux pluviales et usées est très lâche, les collecteurs naturels ne sont pas entretenus. Ils sont parfois convertis en dépotoirs. Ceci réduit leur capacité d'évacuation. *(Photos 3 et 4)*. Ces résultats sont conformes aux conclusions des études antérieures. Les inondations à Brazzaville sont à mettre en relation avec le changement climatique, la pluviométrie et l'étalement de l'espace urbain [31]. Le phénomène d'inondation a été aussi signalé à Nouakchott (Mauritanie). Initialement construite sur un petit plateau dunaire moins accidenté, la ville s'est étalée au-delà de ce plateau. Elle occupe actuellement le littoral et les dépressions lagunaires impropres à la construction, sujettes aux inondations [32].



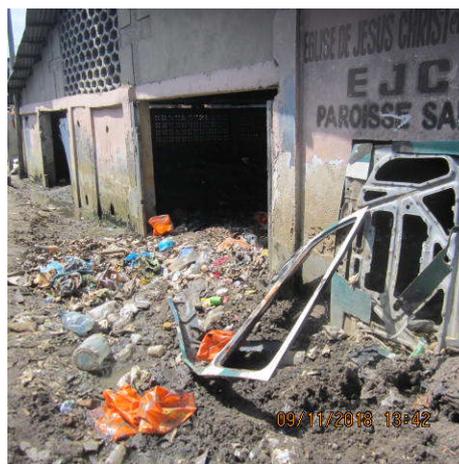
Photo 3 : *Inondation de l'école primaire de la poste (Poto - Poto)*
Cliché : Mounza



Photo 4 : *Inondation au centre-ville*
Cliché : Dépêches de Brazza (25 novembre 2014)

3-2-3. Ensablement

Il touche les vallées qui sont des véritables zones d'accumulation *(Photos 5 et 6)*. Les photos ci-dessous montrent à gauche une maison abandonnée et mise en vente à la suite de l'ensablement ; à droite une église menacée par le sable et désertée par les fidèles. Des nombreuses maisons sont souvent enfouies dans le sable suite à la persistance du phénomène.



Photos 5 et 6 : Enablement à Soukissa
Cliché : Massouangui Kifouala

3-2-4. Dégradation des rues et des avenues

L'érosion, les inondations et l'ensablement contribuent manifestement à la dégradation des rues et avenues à Brazzaville. Elles peuvent soit couper les routes, soit provoquer la formation des nids des poules. Ce qui rend encore de plus en plus difficile l'accès dans ces quartiers et le transport dans la ville (**Photos 7 et 8**). Le nombre de routes praticables étant très limité, tous les moyens roulants sont comme condamnés à utiliser les mêmes voies. On assiste à des longues queues dans certaines avenues à des heures de pointes (de 7 h à 9 h, de 10h à 13h et de 17 h à 18 h). Il s'agit là des heures de départ/ et ou de retour de l'école ou du travail.



Photos 7 et 8 : Dégradation des routes (Avenue Boueta Mbongo à Ouenzé)
Cliché : Massouangui Kifouala

Face aux phénomènes d'érosion, d'inondation et d'ensablement, on assiste à l'abandon total ou partiel des maisons. A Soukissa, par exemple, la population a été chassée de plus de 50 m de part et d'autre de la rivière la Tsiémé par les eaux (**Photos 9 et 10**). L'actuel marché de Soukissa qui donne à ce quartier son nom est menacé de disparaître à cause de l'ensablement;



Photo 9 : Massengo (Talangai)
Cliché : Massouangui Kifouala



Photo 10 : Soukissa (Ouenzé)
Cliché : Massouangui Kifouala

Il est important de noter que l'occupation des sols, le non-respect des normes de construction, l'étalement de la ville qui se sont opérés dans une large mesure de façon anarchique pour faire face à la croissance démographique rapide, contribuent à la vulnérabilité des populations urbaines. Il convient d'ajouter que les conditions de vie des populations pauvres sont une menace permanente sur leur sécurité physique et psychologique. Cette menace engendre des « risques quotidiens » qui génèrent de façon permanente des catastrophes à petite échelle. Ces risques quotidiens sont amplifiés par les activités humaines [33]. Ils exacerbent les risques de catastrophes provoquées par les aléas naturels extrêmes.

4. Conclusion

La vulnérabilité du site urbaine de Brazzaville est la thématique abordée par la présente étude. Les objectifs étaient d'analyser d'une part les facteurs qui rendent vulnérable le site de Brazzaville, et d'autre part les problèmes environnementaux qui l'illustrent. Les principaux résultats obtenus montrent que l'évolution du climat couplée avec l'explosion démographique et l'étalement de la ville rendent très vulnérable le site urbain de Brazzaville qui est bâtie sur un relief accidenté où affleure du sable. En effet, les jours extrêmement pluvieux (R56 mm) et les intensités simples de pluies (SDII) présentent une tendance à la hausse. Ce qui rend agressif le climat sur le site urbain de Brazzaville. De même, la population de Brazzaville évolue de façon très rapidement. Cette croissance accélérée s'accompagne d'un étalement sans mesure de la ville. Le manque de maîtrise du foncier par les autorités municipales et d'une politique d'urbanisation adéquate fait que la population soit exposée à des phénomènes extrêmes. Les phénomènes d'inondation, d'érosion et d'ensablement deviennent monnaie courante et constituent une vraie menace pour la population. Il est important, en perspective, de mener des études sur la perception des changements climatiques par la population de Brazzaville et les stratégies d'adaptation locale mises en place.

Références

- [1] - CRED, *Annual Disaster Statistical Review. The numbers and trends*, Cred, université catholique de Louvain, Brussels, [http://cred.be/download/download.php?file = sites/default/files/ ADSR_2013.pdf.](http://cred.be/download/download.php?file=sites/default/files/ADSR_2013.pdf) , (2014)
- [2] - S. BARLES, *Systèmes urbains et événements climatiques extrêmes* in H. Champs, (dir.), « *Evènements climatiques extrêmes : Réduire les vulnérabilités des systèmes écologiques et sociaux* », rapport sur la science et la technologie n°29, Académie des Sciences, Paris, (2010) 67 - 72
- [3] - B. QUENAULT, P. PIGEON, F. BERTRAND, N. BLOND, *Vulnérabilités et résilience au changement climatique en milieu urbain : vers de nouvelles stratégies de développement urbain durable ? [Rapport de recherche] PIRVE 20-2051, Programme Interdisciplinaire de recherche Ville et Environnement (MEDDAT-CNRS); Maison des Sciences de l'Homme de Bretagne (MSHB), (2011) 203 p. hal-01485926n, <https://hal-univ-tours.archives-ouvertes.fr/hal-01485926>*
- [4] - S. BIGOT, S. DUCHÉ, M. MADELIN, S. ROME, *Étude du climat urbain : pour une mise à disposition de nouveaux services climatiques ; BSGLg, 68 (2017) 13 - 36*
- [5] - K. C. SETO, M. FRAGKIAS, B. GÜNERALP and M. REILLY, *A Meta-Analysis of Global Urban Land Expansion. PLoS ONE, Vol. 6, N° 8 (2011) 1 - 9*
- [6] - K. C. SETO, B. GÜNERALP and L. R HUTYRA, *Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. Proceedings of the National Academy of Sciences, Vol. 109, N° 40 (2012) 16083 - 16088*
- [7] - P. MOUSTIER et A. S. FALL, *Les dynamiques de l'agriculture urbaine : caractérisation et évaluation. In Smith Olanrewaju B., P. Moustier, L.J.A. Mougeot S. Fall Abdou Développement durable de l'agriculture urbaine en Afrique francophone : enjeux, concepts et méthodes. Montpellier : CIRAD, (2004) 23 - 43*
- [8] - S. BECCERA et A PELTIER, "La vulnérabilité sociétale aux risques naturels et aux problèmes environnementaux : comprendre pour réduire. Avant-Propos", in Beccera S. et Peltier A. (dir.), "Risques et environnement : recherches interdisciplinaires sur la vulnérabilité des sociétés", Paris, L'Harmattan (Sociologies et environnement), (2009) 5 - 8
- [9] - B. QUENAULT, *La vulnérabilité, un concept central de l'analyse des risques urbains en lien avec le changement climatique, les Annales de la recherche urbaine, N°110 (2015) 138 - 151*
- [10] - MINISTERE DE LA CONSTRUCTION, DE L'URBANISME, DE LA VILLE et DU CADRE DE VIE. SDU *Schéma Directeur d'Urbanisme de la Ville de Brazzaville, (2016) 96 p.*
- [11] - A. KEMPENA, D. BILEMBI, F. BOUDZOUYOU and D. NGANGA, "Methodology for erosion risk zoning in the city of Brazzaville study of case in the urban area, ARPN Journal of Earth Sciences, Vol. 3, N°1 (2014) 9 - 16
- [12] - H. K. NZOUSSI et F. LI JIANG FENG, *La gestion de l'environnement urbain : Problèmes et perspectives, European Scientific Journal, Vol. 10, N°29 (2014) 1857 - 7881*
- [13] - B. A. MAYIMA, L. SITOU, H. B. GOMA BOUMBA et M. J SAMBA-KIMBATA, "Cartographie des zones à risque d'érosion hydrique à Brazzaville (Congo) par les Systèmes d'Informations Géographiques (SIG)", *Annales de la Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines Univ. D'Abomey-Calavi (Bénin), Vol. 1, N°22 (2016) 89 - 101*
- [14] - P. S. L MALEKE SHELEY PEPYS LYDIE, "Brazzaville, son environnement face aux changements climatiques, mémoire de maîtrise", FLSH, Université Marien Ngouabi, (2007) 18 - 22 p.
- [15] - R. E. ZIAVOULA, "Brazzaville, une ville à reconstruire", Ed, Karthala, (2006) 345 p.
- [16] - Y. BERTON-OFOUEME, *Brazzaville, un territoire en pleine croissance démographique et spatiale ; in E. Tch. HATCHEU, (dir), l'étalement urbain en Afrique : défis et paradoxes, L'Harmattan Cameroun, (2013) 21 - 24*
- [17] - E. BARRAU, P. A. BARTHEL, V. CLERC, B. HERMELIN, E. HUYBRECHTS, A. LANDON et V. VIGUIE, *Territoires urbains durables et adaptation aux changements climatiques : revue bibliographique, Rapport d'étude, (2014) 108 p. <http://www.gret.org>*

- [18] - J.-C. THOURET et R. D'ERCOLE, Vulnérabilité aux risques naturels en milieu urbain : effets, facteurs et réponses sociales, *Cah. Sci. hum.*, 32 (2) 96 (1996) 407 - 422
- [19] - IPCC, Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1,5 °C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1,5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 32 F. Anglade, 1982. Migrations intérieures au Congo et croissance urbaine de Brazzaville : quelques observations à la lumière du recensement de 1984-1985, actes du colloque : Journées d'étude sur Brazzaville, Brazzaville du 25-28 avril 1986, (2018) 297 - 311
- [20] - X. ZHANG and F. YANG, RCLimDex (1,0), "User Manual; Climate Research Branch Environment", Downsview, Ontario, Canada, (2004) 23 p.
- [21] - P. K. SEN, "Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau", *J. Amer. Stat. Assoc.*, 63 (1968) 137
- [22] - P. VENNETIER, Que faire des villes d'Afrique tropicale ? Ou les problèmes d'une urbanisation galopante, *bulletin de la société géographique de Liège*, (1990) 63 - 75
- [23] - P. VENNETIER, "De la théorie à la pratique : code foncier et lotissements périurbain en R. P. du Congo", in Nicole Haumont et Alain Marie, (dir.), "Politiques et pratiques urbaines dans les pays en voie de développement", tome 1, Paris, L'Harmattan, (1985) 198 - 211
- [24] - P. MOUNZA, "Brazzaville, adaptabilité des équipements collectives face aux changements climatiques, in Louzolo Kimbembe, (dir), « Changement climatique : Enjeux sociologiques et défis technologiques dans les pays du Bassin du Congo »", Actes du colloque international de Brazzaville du 1^{er} au 3 décembre 2009, l'Harmattan-France, (2013) 175 - 1176
- [25] - H. GOMA BOUMBA, " Cartographie et suivi diachronique du couvert végétal de Brazzaville (approche méthodologique et analyse bibliographique) ", Mémoire de DEA, FLSH, Université Marien Ngouabi, Brazzaville, (2009) 71 p.
- [26] - J. F. YEKOKA, Pratiques urbaines et imbroglio spatial : Brazzaville de la fin de la période coloniale au début du XIXe siècle. *Afrique et Développement*, Vol. XXXV, N°3 (2010) 71 - 92
- [27] - T. WOUTERS et E. WOLFF, Contribution à l'analyse de l'érosion intra-urbaine à Kinshasa (R.D.C.). *Belgeo*, 3 (2010) 24 p.
- [28] - E. AGUILAR, A. BARRY, M. BRUNET, L. EKANG, A. FERNANDES, A. MASSOUKINA, J. MBAH, A. MHANDA, D. NASCIMENTO, C. PETERSON, O. THAMBAUMBA, M. TOMOU et X. ZHANG, "Changes in temperature and precipitation extremes in western central Africa, Guinea Conakry, and Zimbabwe, 1955–2006"; *Journal of Geophysical Research*, Vol 114, (2009) 11 p.
- [29] - O. TRAORE, "Tendances des valeurs extrêmes des précipitations journalières dans le Congo méridional", Univ. Marien Ngouabi, FLSH, (2012) 67 p.
- [30] - B. A. MAYIMA, "Erosion hydrique en milieu urbain : cas du plateau de Makélékélé au sud de Brazzaville, Congo", les cahiers de L'IGRAC, N° 9 (2013) 120 - 121
- [31] - H. K. NZOUSSI et F. LI JIANG FENG, Urbanization and the Risk of Flooding In the Congo; Case of the City Of Brazzaville, *American Journal of Engineering Research(AJER)*, Vol. 04, (2015) 49 - 54
- [32] - M. OULD SIDI CHEIKH 1, P. OZER 2 & A.OZER, Risques d'inondations dans la ville de Nouakchott (Mauritanie), *Geo-Eco-Trop*, 31 (2007) 19 - 42
- [33] - PNUD, La gestion des risques en milieu urbain, (2010) 4 p. www.undp/pcr/we_do/integrating_risk.smtml