

L'érosion urbaine à Brazzaville (Congo) : analyse des conséquences environnementales de la dynamique du ravin de SADELMi dans les quartiers Mouhoumi et Ngambio

Brice Anicet MAYIMA*

Résumé

La zone d'étude est localisée dans l'arrondissement 7 Mfilou-Ngamaba. Elle est confrontée, depuis plus de 10 ans, aux phénomènes morphoclimatiques se manifestant par les formes les plus spectaculaires (érosion, ensablement et inondation) qui affectent les populations de cet arrondissement. L'objectif visé par ce travail est de faire une analyse diachronique de ces formes entre mars 2006 et mars 2019 et de leurs conséquences sur l'environnement. L'approche méthodologique, pour atteindre cet objectif, est basée sur l'analyse spatio-temporelle du ravinement et de sa quantification entre 2006 et 2019 à partir d'images satellitaires Copernicus 2018 de GoogleEarth. La réalisation des cartes en 3D, de la sensibilité des pentes et du sens naturel de l'écoulement des eaux pluviales, par le traitement du Model Numérique de Terrain 2014 a été faite par ArcGis 10.5. Les résultats obtenus montrent clairement que ces formes ont engendré beaucoup de dégâts en amont et en aval. Les pertes en terre quantifiées sont énormes : 47 616 513 tonnes avec une surface de sédimentation de 962 018 m². On compte également des maisons d'habitation et des édifices publics engloutis par des sédiments provenant de ces formes. Quelques facteurs anthropiques et naturels ont été mis en évidence, notamment l'érosivité des pluies dont l'indice R atteint en moyenne 8 152 MJ.mm/ha.h.an, la fragilité de la roche en place (90% de sable fin) et l'occupation anarchique de l'espace (urbanisation non contrôlée).

Mots-clés : Congo, Mfilou-Ngamaba, Plateau Maya-Maya, Érosion hydrique, Sédimentation.

* Maître-Assistant, Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines, Laboratoire « Géographie, Environnement, Aménagement », Université Marien Ngouabi, E-mail: mayimabrice@gmail.com

Abstract

The zone of study is localised in the district 7 Mfilou-Ngamaba. It has been confronted, for more than 10 years, with the phenomena morphoclimatic appearing by the most spectacular forms (erosion, stranding and flood) which affect the populations of this district. The aim had by this work is to make a diachronic analysis of these forms between March 2006 and March 2019 and their consequences on the environment. The methodological approach, to achieve this goal, is based on the space-time analysis of gullying and its quantification between 2006 and 2019 starting from images satellitales Copernicus 2018 of GoogleEarth. The realization of the charts in 3d, of the sensitivity of the slopes and the natural direction of the rain water run-off, by the treatment of Model Numérique of Ground 2014 was made by ArcGis 10.5. The results obtained show clearly that these forms generated many damage upstream and downstream. The ground losses quantified are enormous: 47 616 513 tons with a surface of sedimentation of 962 018 m². One also counts dwelling houses and public buildings absorbed by sediments coming from these forms. Some factors anthropic and natural were highlighted, in particular the erosivity of the rains whose index R reaches on average 8 152 MJ.mm/ha.h.an, the brittleness of the bed rock (90% of fine sand) and the anarchistic occupation of space (not controlled urbanization).

Keywords : Congo, Mfilou-Ngamaba, Maya-Maya Plateau, Water erosion, Sedimentation

Introduction

Les villes africaines au sud du Sahara sont confrontées aux problèmes des risques morpho climatiques, notamment les érosions hydriques, l'ensablement et les inondations. Ces risques morpho climatiques sont responsables de la dégradation de l'environnement des villes ; ils bouleversent leur équilibre géomorphologique. Ce qui affecte directement la vie des populations urbaines et leurs activités socio-économiques (A. Mukendi Katamba, 2009, p. 60 et T. Wouters et al, 2010, p. 306).

Les villes congolaises en général et les quartiers Mouhoumi et Ngambio localisés dans l'arrondissement 7 Mfilou à l'ouest de

Brazzaville, capitale du Congo, est une illustration parfaite de cette situation. En effet, les quartiers Mouhouni et Ngambio bâtis sur un plateau vallonné sont des nouvelles extensions de la ville dont l'occupation s'est faite de manière anarchique, ne tenant pas compte des normes urbanistiques. Dans ces quartiers, les ruelles et avenues sont mal tracées et disposées de manière parallèle aux courbes de niveau. Il y manque de système de drainage des eaux pluviales. Les cours d'eau dont le régime hydrologique est considéré à risque en saison de pluie sur le plan d'inondation ne sont pas aménagés. Ainsi, depuis plus d'une décennie, nous assistons impuissamment à une résurgence des phénomènes morphoclimatiques comme des érosions graves et catastrophiques se présentant sous la dynamique et la forme de ravinements et de coulées de sable qui évoluent de manière inquiétante.

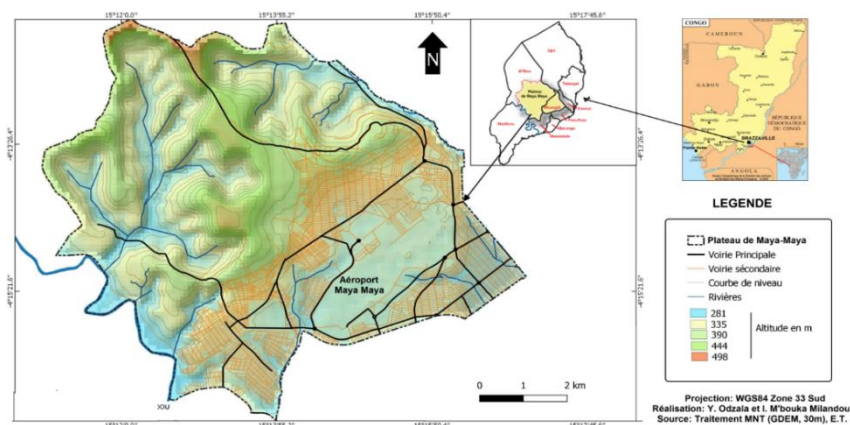
Chaque année, ces érosions détruisent des habitations et des infrastructures publiques, et causent des pertes importantes en terre, laissant des excavations béantes dans le paysage des quartiers qui sont ainsi défigurés (L. Sitou et *al*, 2013, p. 123 ; R. Ngatsé et *al*, 2017, p. 5 ; B. A. Mayima et *al*, 2019, p. 8 ; B. A. Mayima et *al*, 2018, p. 40 et R. J. Kombo Kissangou et *al*, 2018, p. 10). Elles sont une grave préoccupation pour les populations et les gouvernants.

La présente étude évalue l'évolution spatio-temporelle du ravin de Sadelemi et ses conséquences environnementales dans les quartiers Mouhouni et Ngambio localisés en aval par rapport au ravin.

1. Matériel et méthodes d'approche

1.1. Milieu naturel de la zone d'étude

La zone d'étude est située à l'ouest de Brazzaville dans l'arrondissement 7 Mfilou-Ngamaba. Elle est comprise entre les latitudes 4°15'21,6'' et 4°13'26,4'' Sud et les longitudes 15°12'0,0'' et 15°17'45,6'' Est. Elle couvre une superficie de 5.795,33 ha ; elle est limitée par les arrondissements 9 Djiri au nord, 4 Moungali à l'est, 1 Makélékélé au sud et 8 Madibou à l'ouest (figure 1).

Figure 1 : Situation et limites de la zone d'étude

La topographie est constituée d'un plateau et d'une série de collines qui surplombent la ville à l'ouest. Les altitudes de ce plateau varient entre 280 m et 498 m du haut de la colline de Mfilou-Ngamaba jusqu'à la vallée de la rivière Mfilou qui constitue l'exutoire principal. Au sud-ouest, ce plateau est marqué par une dissection très prononcée par des vallées à fond étroit dont la hauteur est estimée à 200 m. Plus au sud, on rencontre le prolongement du plateau Maya-Maya moins vallonné qui présente des pentes assez faibles. Sur ce plateau se sont établis les quartiers la Poudrière, Makazou et Diata (S. Kouala Kombo, 2013, p. 20).

Du point de vue géologique, ce plateau repose sur la série tertiaire des sables Batéké, de couleur jaune ocre en profondeur, dont les formations superficielles sablonneuses ont une teinte ocre doré tendant au gris. Dans l'ensemble, ces formations superficielles sont très érodibles, puisque leur indice d'érodibilité est estimé à 0,45 t.ha.h/ha.MJ.mm (I. Mbouka Milandou et L. Sitou, 2017, p. 10).

1.2. Matériel et méthodes d'approche

Pour réaliser cette étude nous avons mené trois opérations complémentaires, à savoir la collecte, l'analyse des données documentaires et des travaux de terrain. L'étude documentaire a concerné la lecture et l'analyse de plusieurs travaux portant sur l'érosion dans le monde en général et à Brazzaville en particulier.

Au cours de cette opération, quelques documents iconographiques (cartes topographique, géologique et hydrographique au 1/50000^e contenues dans l'Atlas de la République du Congo) et le site <https://earthexplorer.usgs.gov/> ont été exploités dans l'objectif de produire les cartes thématiques utilisées dans ce travail et obtenir le Modèle Numérique de Terrain (MNT) de la zone d'étude. Par ailleurs, nous avons procédé au téléchargement sur Google Earth pro 2015 de six images satellitales Copernicus datant de 2006, 2013, 2014, 2016, juin 2018 et mars 2019 concernant les trois ravins étudiés. Ainsi, le logiciel de cartographie ArcGis 10 a été mis à contribution pour traiter les données cartographiques.

Par manque de télémètre de poche utilisé dans les contextes de quantification des grands ravins, l'outil « *Afficher règle* » sur Google Earth a été utilisé. La collecte des données s'est poursuivie sur le terrain à travers le lever des coordonnées géographiques par un GPS de poche des 3 ravins. Par ailleurs, sur le terrain, nous avons également procédé à la quantification directe desdits ravins à partir d'un double décimètre en appliquant les formules empiriques ci-dessous :

$$V = \frac{\beta(L*W*pf)}{2} \quad \text{et} \quad P_{\text{totale}} = V * \int, \quad P_{\text{tonnes/ha}} = \frac{P_{\text{totale}}}{5795,33ha}$$

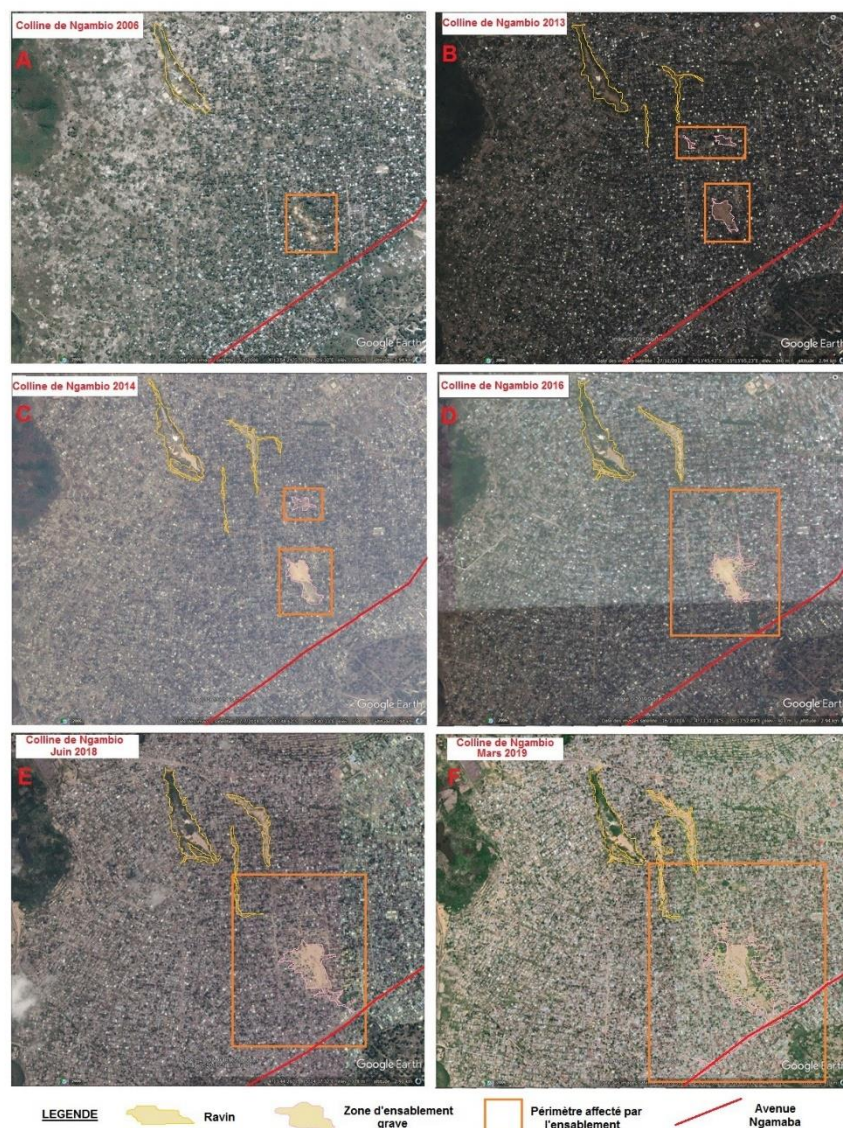
Le volume de chaque ravin a été multiplié par le coefficient β , qui est équivalent à 0,5 correspondant à la morphologie en V des ravins, caractéristiques des zones sablonneuses selon Katz et al. (2003, p. 290); **L** : Longueur totale du ravin, **W** : Largeur moyenne du ravin (m), **pf** : Profondeur moyenne du ravin (m). Quant au calcul de la perte en matériaux, $\int$ (tonne/m³) représentant le poids spécifique a été multiplié par le volume de chaque ravin, d'où **P_{totale}**: quantité des matériaux/sédiments perdus (tonnes), **P_{tonnes/ha}** : perte en matériaux par hectare (tonnes/ha) et **5795,33 ha** : superficie du plateau de Maya-Maya.

2. Résultats de l'étude

2. 1. Évolution spatio-temporelle des trois ravins répertoriés

Les trois plus grands ravins qui affectent la colline de Ngambio, ont connu une évolution exponentielle entre 2006 et mars 2019 comme cela s'observe sur les images satellitales (planche1).

Planche 1: ravinement de la colline de Ngambio, sur le plateau de Maya–Maya (mars 2006-mars 2019)



A : Ancienne carrière des sables sur la colline de Ngambio, avec érosion de faible ampleur en 2006, témoignant de la faible occupation des sols, B : Occupation assez forte de la colline, sans lotissement adéquat, d'où la genèse des ravins (Rav2 et Rav3) et des surfaces de sédimentation en 2013, C : Dynamique de l'ancienne carrière des sables et évolution spatiale des ravins (Rav2 et Rav3) ainsi que des espaces d'ensablement en aval, en 2014, D : Extension de la zone de sédimentation en aval due à l'évolution du Rav2, malgré la stabilisation partielle du Rav3 en 2016, E et F : Redynamisation du ravinement (Rav3) et évolution du Rav2, avec une extension de la surface de sédimentation en aval en 2018 et 2019. © Copernicus 2018, GoogleEarth pro 2015.

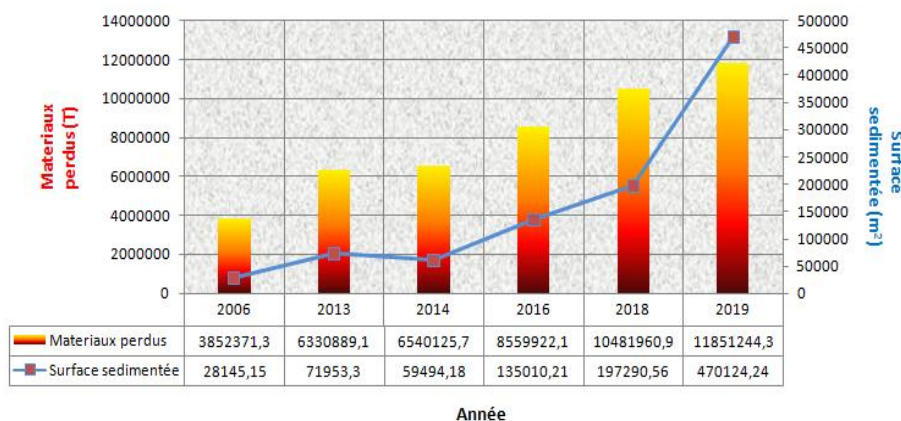
Les images de la planche 1 montrent bien qu'en 2006, la seule forme semi-active sur la colline était le Ravin1 (planche 1 : image A), qui au départ n'était qu'une carrière d'exploitation des sables. Mais, elle a fini par évoluer lentement et de façon latérale à partir de 2013, période marquant la grande anthropisation de cette zone. En effet, durant cette période on a remarqué la naissance de deux ravins, le Rav2 et le Rav3 (planche 1 : images B). Ces deux formes ont été générées par l'occupation anarchique de cet espace, suivie d'une mise à nu de la roche sablonneuse très érodable.

Les deux autres formes très actives ont continué d'évoluer jusqu'en 2019 (planche1 : images C, D, E et F), détruisant dans leur évolution régressive et latérale les habitations, les voiries urbaines, les poteaux et pylônes d'installation électriques et même le réseau d'adduction d'eau ayant causé en parti, cette érosion.

Les pertes en terre occasionnées par les 3 ravins en amont entre 2006 et 2019, s'élèvent à 47 616 513 tonnes. En faisant le ratio de la quantité des sédiments transportés au-delà du plateau, une grande partie a pu sédimenter une superficie de près de 962 018 m², jusqu'en mars 2019, soit 96,20 hectares, l'équivalent de 137 terrains de football (Tableau 2 : Volume des ravins, matériaux perdus et surfaces sédimentées dans la zone d'étude de 2006 à 2019 (cf. annexe n° 1, p. 108).

En mars 2019, les pertes en terre s'élevaient à 11 851 244 tonnes avec 470 124 m² de surface sédimentée, contre 3 852 371 tonnes en 2006 pour une surface ensablée de 28 145 m², soit une augmentation de près de 7 998 873 tonnes de perte en terre et 441 979 m² de surface sédimentée. En 2014, les Rav2 et Rav3 ont continué d'évoluer jusqu'en 2016 où ils ont atteint des volumes importants de 278 504 m³ pour le Rav2 et 130 965 m³ pour le Rav3 (figure 2).

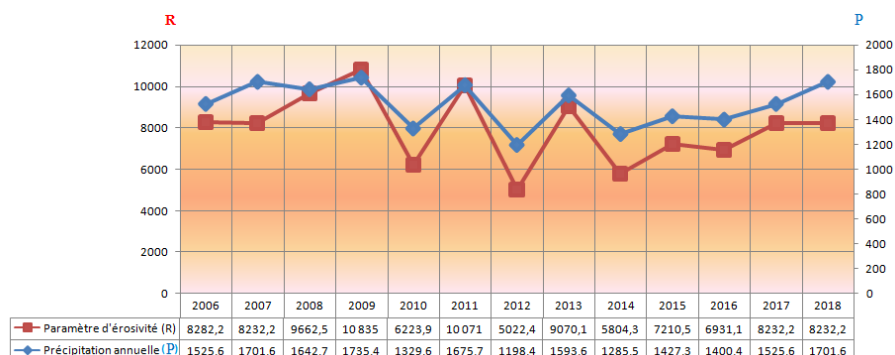
Figure 2 : Évolution spatio-temporelle des pertes en terre et des surfaces sédimentées sur le plateau de Maya-Maya de 2006 à 2019



En 2018, on observe une reprise de la dynamique de ces ravins avec 10 481 961 tonnes pour 197 291 m² de surface sédimentée et ce jusqu'en 2019.

2.2. Facteurs explicatifs de l'évolution du ravin de SADELM I

Les facteurs naturels suivants ont été identifiés comme les variables explicatives de l'évolution aussi rapide des formes observées dans les quartiers Mouhoumi, SADELM I et Itsali. Il s'agit de l'érosivité des pluies, du système de pente et du substratum géologique. En ce qui concerne l'érosivité des pluies, elle a été calculée entre la période allant de 2006 à 2018. Les résultats obtenus montrent que les valeurs de R sont au-dessus de 5000 MJ.mm/ha.h.an (Fig. 3)

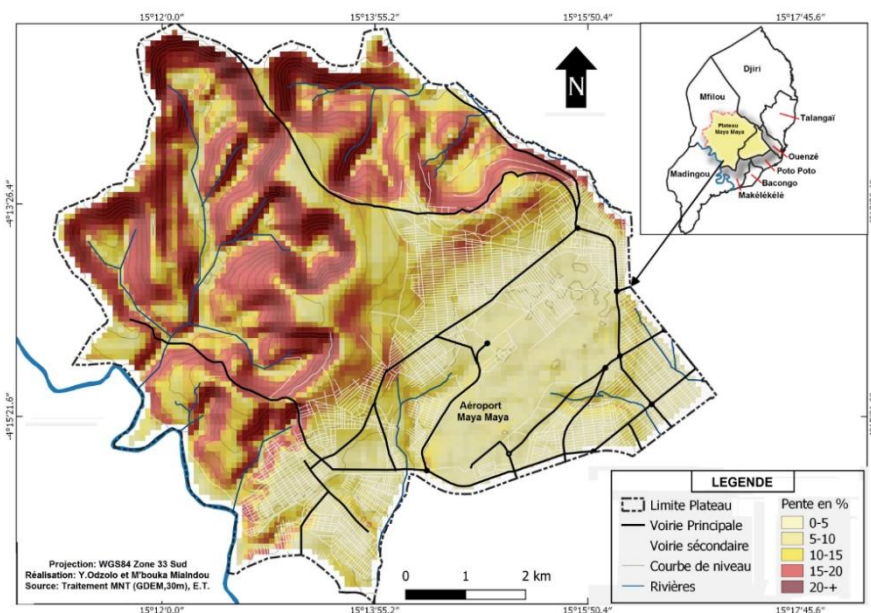
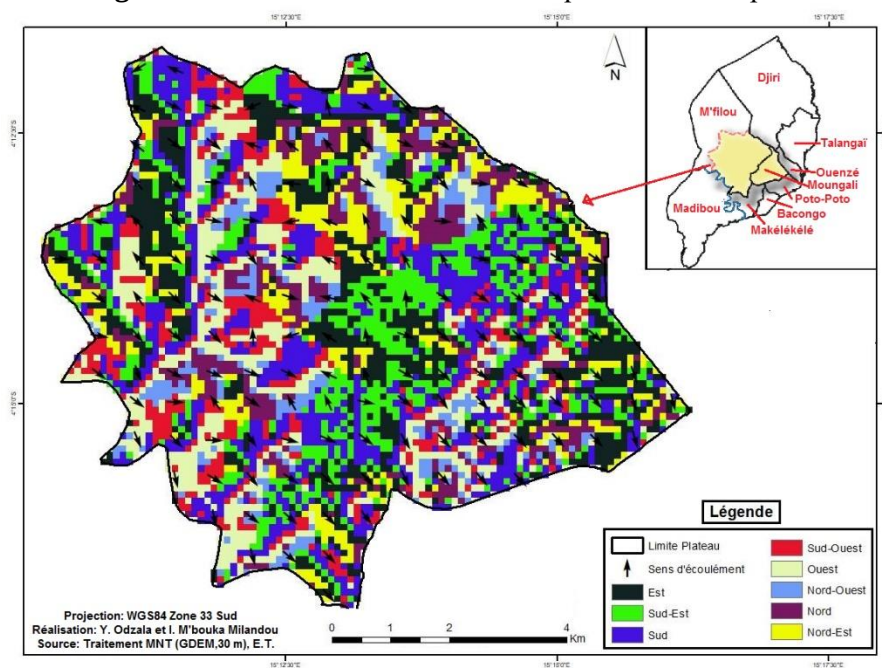
Figure 3 : Évolution du paramètre R à Brazzaville de 2006 à 2018

Les valeurs de R par année et sa moyenne en treize (13) ans, sont au-dessus de 5 000 MJ.mm/ha.h.an, exprimant une forte érosivité ayant un impact sur le déclenchement et l'évolution de ces formes.

Le substratum géologique est constitué essentiellement des roches sédimentaires dominées par près de 82 % de sables à Mfilou 1 et 2, (72,5 % des sables moyen et 10,5 % de sables grossiers) pour 14,5% de fraction fine (limons et argiles) et 97% de sables à Mouhoumi 1 et 2 (8,5 % de sables grossiers et 88,5 % de sables moyens) pour seulement 3 % de fraction fine (B. A. Mayima et *al.* 2018, p. 42). La carte en 3D de la zone d'étude montre que les valeurs de pentes *in situ* varient de 0 à plus de 20 % (fig. 4).

Les classes de pentes de 0 à 5% occupent une superficie de 21,99 km² de la superficie totale du plateau et correspondent à la zone de rupture de charge et où sont établis les quartiers, Mouhoumi, Ngambio.

Les pentes de 5 à 10 % représentent 15,24 km² de la superficie totale, celles de 10 à 15% occupent seulement 10,63 km² de la superficie du plateau. Les classes de 15 à 20 % s'étalent sur une petite superficie de 6,52 km² et enfin les pentes de plus de 20% occupent 3,57 km². Ce système de pentes a été exploité par les écoulements superficiels par le manque d'un réseau d'assainissement des eaux de ruissellement (fig. 5).

Figure 4 : Système des pentes dans la zone d'étude**Figure 5 : Sens de l'écoulement surfacique des eaux de pluies**

On constate que les eaux de pluies qui échappent à l'infiltration ruissellent vers le sud-est (vert), le sud (bleu) et le sud-ouest (rouge) vers Mouhoumi, Ngambio, Moukondo. Ce qui explique la présence des têtes de ravins sur les avenues tracées perpendiculairement aux courbes de niveau, tels que l'avenue de l'étage et l'avenue de l'Ombre.

2.3. Conséquences dans les quartiers situés en amont et en aval

En amont trois (3) ravins encore actifs ont été identifiés et avec pour conséquences, la destruction des voiries urbaines, édifices publics et des habitations (planche1)

Planche 1 : Ravinement de des collines de Ngambio (Plateau de Maya-Maya)



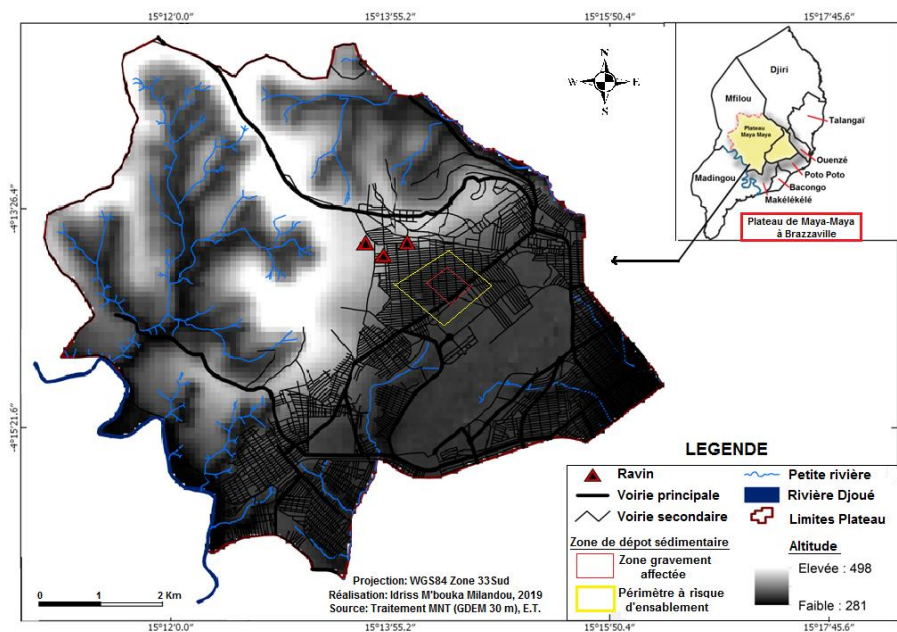
Photo A : Vieille carrière de sable située entre le quartier SADELMI et Ngambio, transformée en grand ravin semi-actif, évoluant lentement de façon latérale



Photo B : Ravin 2 affectant la colline de Ngambio, de l'avenue de l'Etage jusqu'à SADELMI.

© B.A. MAYIMA, 2019

Tous les sédiments provenant de ces trois ravins situés en amont sont transportés vers la zone basse (zone de sédimentation) par le processus de ruissellement, de solifluxion et par coulée boueuse qui exploitent les voiries urbaines disposées dans le sens des pentes comme le montre la figure 6.

Figure 6 : Localisation des ravins et zones sédimentées

Les conséquences engendrées par ces ravins ne se limitent pas en amont, mais elles sont aussi en aval. Les dégâts ici sont impressionnants : plus de 140 maisons englouties et des ménages sinistrés, des édifices publics ensevelis dans le sable (planche 2).

Planche 2 : Sédimentation (ensablement) du quartier Ngambio (Plateau de Maya-Maya)



Photo F



Photo G



Photo H



Photo I

Photo F, H et I : Maisons d'habitation et une station essence ensevelies par le sable et abandonnées en 2019 sur l'avenue de la Mairie de Mfilou-Ngamaba ; Photo G : la grande avenue de Mfilou-Ngamaba transformée en tunnel suite à l'accumulation des bancs de sables générés par les ravins situés en amont. © B.A. Mayima 2019.

3. Discussion

La quantité de terre érodée occasionnée par les trois (3) ravins ayant fait l'objet d'étude diachronique entre mars 2006 et mars 2019 est important : 47 616 513 tonnes avec un volume à vide estimé à $7\,407\,027,7\text{ m}^3$. Ces pertes en terre sont largement supérieures à celles calculées dans l'arrondissement 9 Djiri à Brazzaville par B. A. Mayima *et al.* (2019, p. 15).

La différence observée est liée vraisemblablement à la topographie de la zone d'étude : série de collines avec un système de pentes très prononcé contrairement à l'arrondissement de Djiri où les valeurs des pentes sont relativement faibles.

L'évolution rapide des formes étudiées s'explique en partie par l'occupation anarchique de la colline de Sadelemi jusqu'en contrebas où se localisent les quartiers Ngambio, le rond-point Mouhoumi. Ce qui a conduit à la rupture de l'équilibre morphodynamique déjà sensible du site. En effet, la roche en place est constituée à plus de 90 % de la fraction sableuse et moins de 10 % des inférieures à 50 microns (argile).

Le caractère sensible de ces sols est exacerbé par l'agressivité climatique dont l'indice d'érosivité des pluies (R) calculé entre 2006 et 2019 donne $8152,16\text{ MJ.mm/ha.h.an}$, valeur largement supérieure à $5000\text{ MJ.mm/ha.h.an}$. Ces résultats sont conformes à ceux trouvés dans les environs de Brazzaville et Kinshasa, en République Démocratique

du Congo, par Ngatse et *al.* (2017, p.13) ; I. M'bouka Milandou (2019, p.158) et Wouters et Wolff (2010, p.300)

Conclusion

Ce travail a consisté à étudier l'évolution spatio-temporelle des ravinements localisés dans les quartiers Ngambio et Sadelemi et leurs conséquences dans les quartiers situés en aval. Cette étude a été rendue possible grâce à l'interprétation et l'analyse des images Google Earth prises à des périodes différentes entre 2006 et mars 2019. Les résultats obtenus ont montré que la zone d'étude localisée sur le plateau de Maya-Maya dans l'arrondissement 7 Mfilou a subi, depuis les années 2006, une érosion hydrique dynamique.

Cette érosion se manifeste par deux (2) grands ravins encore actifs et un ravin semi-actif. Ces trois (3) formes qui sont taillées dans les collines de Ngambio et Sadelemi ont généré en treize (13) ans un volume à vide estimé à 7 407 027,7 m³ et emporté une bonne partie des voiries et des maisons d'habitations. La quantité des terres perdue entre 2006 et mars 2019 est estimée à 47 616 513 tonnes et s'est déposée en aval en engloutissant plusieurs maisons et faisant des milliers de sinistrés.

Cette érosion hydrique est d'origine anthropique : elle est liée à l'occupation anarchique du sol qui se caractérise par l'absence d'un système de drainage des eaux de ruissellement et une disposition parallèle des voiries urbaines dans le sens de la pente. Ces facteurs anthropiques sont exacerbés par les facteurs naturels comme l'agressivité pluviométrique, dont l'indice d'érosivité (R) atteint près de 8 000 MJ.mm/ha.h.an. Ces facteurs naturels ont facilement érodé les formations superficielles caractérisées à près de 90% des sables moyens, mis à nu par l'homme.

Les valeurs des pentes dans la zone d'étude atteignent jusqu'à plus 20 % surtout sur la colline de Ngambio et Sadelemi, redynamisent les eaux de ruissellement chargées des sédiments et, par solifluxion, continuent à sédimenter la zone en contrebas (quartier Ngambio et Mouhoumi).

Références bibliographiques

- KATZ Harry Alexander, DANIELS Michael, RYAN- BURKETT Sandra, 2013, «Slope-area thresholds of road-induced gully erosion and consequent hillslope-channel interactions», *Earth Surface Processes and Landforms*. 39(3), p. 285-295.
- KOMBO KISSANGOU Roch, Juvénal, SITOU Léonard, M'BOUKA MILANDOU Idris, 2018 « Dynamique de l'érosion hydrique dans les quartiers Mansimou et Mayanga au sud de Brazzaville (Congo) : analyse de la perméabilité et de la texture des sols, cubage et cartographie des ravinements », *Revue Marocaine de Géomorphologie*, n°2, p. 1-19 ;
- KOUALA KOMBO Saturnin, 2013, *Étude de la dynamique actuelle de l'érosion dans le bassin versant de la rivière Mfilou*, Mémoire de Maîtrise de Géomorphologie, FLSH, Université Marien Ngouabi, 78 p.
- M'BOUKA MILANDOU Idris, SITOU Léonard, 2017 « Degradation of Loumou track through Ruts in Brazzaville Western Periphery: Forms Characterization, Traffic and Rainfall Aggressiveness Analysis (Republic of Congo) », *J. Basic and Applied Scientific Research*, 7 (12), p. 8- 17.
- M'BOUKA MILANDOU Idris, 2019, *Étude de la dégradation des routes en terre, par l'érosion hydrique, en milieu rural : cas de la sous-préfecture de Goma tsé-tsé, au sud du Congo*. Thèse de Doctorat unique en géomorphologie dynamique, FLASH, UMNG, 373 p.
- MAYIMA Brice Anicet, M'BOUKA MILANDOU Idris, SITOU Léonard et BOUZOU MOUSSA Ibrahim, 2019 « Occupation des sols et dégradation environnementale, par l'érosion hydrique, dans la commune urbaine de Kintélé : diagnostique et proposition de solution ». *Revue Marocaine de Géomorphologie*, n°3, p. 1-15,
- MAYIMA Brice Anicet, DITENGO Clémence et GOMA BOUMBA Hugues Bruno, 2018 « Croissance spatiale et phénomènes morpho climatiques dans la ville de Brazzaville au Congo ». *Revue Regardsuds, Institut de Géographie Tropicale*, Univ. Felix Houphouët Boigny, Cote d'Ivoire, Numéro spécial, Décembre, p 37-48,

- MUKENDI KATAMBA Aimé 2009, *Contribution à l'analyse spatio-temporelle de l'occupation et de la perte des sols au niveau du bassin versant de la Funa (Kinshasa/RDC)*, Diplôme d'ingénieur en agronomie, Université de Kinshasa, 75 p. <https://www.memoireonline.com>
- NGATSE René, M'BOUKA MILANDOU Idris et SITOU Léonard, 2017 « L'érosion hydrique dans le bassin versant de la Djiri au nord de Brazzaville (République du Congo): analyse et quantification », *Revue Marocaine de Géomorphologie*, Maroc, N°1. p. 1-18,
- SITOU Léonard et MAYIMA Brice Anicet, 2013 « Erosion hydrique en milieu urbain : cas du plateau de Makélékélé au sud de Brazzaville Congo », *Annales de l'Université de N'Gaoundéré*, Cameroun, p. 119-135.

Annexe : Tableau 2 : Volume des ravins, matériaux perdus et surfaces sédimentées dans la zone d'étude de 2006 à 2019

A.	N.Rav	Volume des ravins (m^3) et surface occupée (m^2)				Matériaux Perdus (tonne)	Z.E.	Surfaces ensablées (m^2)		
			Rav1 (ancienne carrière de sable)	Rav2 (Moyen)	Rav3 (petit)			SE1	SE2	SE3
2006	01	Volume	2 568 247,5	0	0	3852371,3	01	0	0	28145,15
		Surface	35 176, 5	0	0					
2013	03	Volume	3 721 615,1	150 800	84 390,6	6330889,1	03	15 053	11 376,35	45523,95
		Surface	35 310,9	12 580,4	7859,6					
2014	03	Volume	3 978 528,8	250 590,4	130 964,6	6540125,7	02	0	15 862,84	43631,34
		Surface	40 080, 9	16 875,8	12 728,7					
2016	02	Volume	5 297 145,8	278 504,3	Stabilisé	8559922,1	01	0	0	135010,21
		Surface	49 602, 9	22 605,6						
2018	03	Volume	6 074 030,4	301 756,9	175 438,3	10481960,9	01	0	0	197290,56
		Surface	56 652,3	24 572,9	17 067					
2019	03	Volume	6 855 069,4	374 113,8	177 844,5	11851244,3	01	0	0	470124,24
		Surface	53 792,4	30 398, 9	21 558, 6					

Notes :

N.Rav : nombre de ravins, Rav1 : ravin 1, Z.E. : zone ensablée, Z.E1 : zone ensablée 1.