



Cartographie des zones touchées par l'érosion du sol et son évolution dans la cité de Muanda (quartiers Malamba-Bendo, Océan et Vulumba) en République Démocratique du Congo, de 1985 à 2024

Pascaline Nyamungu¹, Jean-Paul Massampu Mambote¹, Jeancy Ntuka Luta², Alasca Ekuya², Firmin Kanda Sthikala¹, Matumona Mbila¹, Arsène Keyengi Baziota², Joseph Kamuha Muserume¹, Carine Yadoli Kosanga¹, Bonaventure Lele²

⁽¹⁾Institut géographique du Congo. BP 3086 Kinshasa (RDC). E-mail : nyamungupasca@gmail.com

⁽²⁾Université de Kinshasa. Faculté des Sciences Agronomiques et Environnement. Département de Gestion des Ressources Naturelles. BP 117 Kinshasa XI (RDC)

Reçu le 25 novembre 2024, accepté le 23 décembre 2024, publié en ligne le 28 décembre 2024

DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/rafea.v7i4.13>

RESUME

Description du sujet. Muanda est une ville de la province du Kongo-Central en République Démocratique du Congo qui est confrontée à des érosions rapides des sols et des côtes, exacerbée par l'urbanisation désordonnée, la déforestation et le manque d'infrastructures de drainage. Ces phénomènes mettent en péril les formes de vie locales, les écosystèmes et les infrastructures.

Objectif. L'objectif de cette étude est d'identifier et de représenter géographiquement les zones exposées à l'érosion du sol et d'évaluer son évolution temporelle entre 1985 et 2024 afin de mieux planifier la gestion du sol dans la cité de Muanda.

Méthode. Des données qualitatives et quantitatives ont été utilisées dans une approche multi-procédurale. L'étude repose sur une revue de la littérature, des observations de terrain et des données issues de prélèvements sur le terrain. Elle intègre également l'utilisation d'images satellitaires provenant de bases de données existantes pour identifier et analyser les zones sensibles à l'érosion du sol. La numérisation des limites géomorphologiques des zones d'érosion a été réalisée à partir de travaux de photo-interprétation d'images aériennes (Landsat, Sentinel et autres) dans un Système d'Information Géographique (SIG). L'analyse a été effectuée en deux dimensions (2D), avec une échelle définie, permettant une interprétation précise de ces zones. Le processus a été exécuté à l'aide du logiciel ArcGIS (version 10.2), dans une classe d'entités (feature class) intégrée à une géodatabase fichier (file geodatabase).

Résultats. Les résultats ont révélé que les quartiers Malamba-Bendo et Océan subissent des phénomènes rapides d'érosion du sol en raison de la nature du sol dominée par le sable, ce qui les rend vulnérables au ravinement. Les dommages causés par les pluies sur une vaste surface dans la ville de Muanda sont rapidement transformés par des érosions urbaines. L'étude démontre une forte évolution des érosions dans les quartiers étudiés au cours des années 1985-2024. Il ressort que pour le quartier Malamba-Bendo 1 à 4,5 ha, Océan 0,57 à 7 ha et Vulumba 0,38 à 6,1 ha.

Conclusion. La reforestation, l'aménagement de canaux de drainage et une planification urbaine améliorée sont des mesures essentielles pour ralentir ce phénomène et préserver les populations locales. Une cartographie détaillée des zones d'érosion serait bénéfique pour les futures études sur l'érosion à Muanda. Cela permettrait de mieux cibler les interventions et de suivre leur évolution dans le temps. Par ailleurs, il serait intéressant d'inclure des études sur les causes anthropiques et naturelles de l'érosion afin de développer des stratégies de gestion adaptées. De plus, il serait important d'impliquer les communautés locales dans la planification et la réalisation des projets afin d'assurer leur efficacité et leur durabilité.

Mots-clés : Cartographie, érosion du sol, déforestation, Système d'Informations Géographiques, Muanda

ABSTRAT

Mapping of areas affected by soil erosion and its evolution in the city of Muanda (Malamba-Bendo, Océan and Vulumba districts) in the Democratic Republic of Congo, from 1985 to 2024

Subject description. Muanda is a city in the province of Kongo-Central in the Democratic Republic of the Congo, facing rapid soil and coastal erosion, exacerbated by haphazard urbanization, deforestation and lack of drainage infrastructure. These phenomena threaten local lifestyles, ecosystems and infrastructures.

Objective. The aim of this study is to identify and geographically represent areas exposed to soil erosion and to assess its temporal evolution between 1985 and 2024, in order to better plan soil management in the city of Muanda.

Methods. Qualitative and quantitative data were used in a multi-procedural approach. The study is based on a literature review, field observations and field sampling data. It also incorporates the use of satellite images from existing databases to identify and analyze areas susceptible to soil erosion. Digitization of the geomorphological boundaries of erosion zones was carried out using photo-interpretation of aerial images (Landsat, Sentinel and others) in a Geographic Information System (GIS). The analysis was carried out in two dimensions (2D), with a defined scale, enabling precise interpretation of these areas. The process was run using ArcGIS software (version 10.2), in a feature class embedded in a file geodatabase.

Results. The results showed that the Malamba-Bendo and Océan neighborhoods experience rapid soil erosion due to the sand-dominated nature of the soil, making them vulnerable to gully erosion. The damage caused by rainfall over a vast area in the city of Muanda is rapidly transformed by urban erosion. The study shows that erosion trends in the neighborhoods studied changed significantly between 1985 and 2024. In the Malamba-Bendo district, 1 to 4.5 ha, Océan 0.57 to 7 ha and Vulumba 0.38 to 6.1 ha were found.

Conclusion. Reforestation, the construction of drainage canals and improved urban planning are essential measures to slow down this phenomenon and protect local populations. Detailed mapping of erosion zones would be beneficial for future erosion studies in Muanda. This would make it possible to better target interventions and monitor their evolution over time. In addition, it would be interesting to include studies on the anthropogenic and natural causes of erosion in order to develop appropriate management strategies. It would be important to involve local communities in the planning and implementation of projects to ensure their effectiveness and sustainability.

Keywords: Mapping, soil erosion, deforestation Geographic Information System, Muanda

1. INTRODUCTION

L'érosion de sol et côtière impacte la cité de Muanda à l'extrême-ouest de la République Démocratique du Congo (RDC), sur la côte atlantique. Selon Bullock *et al.* (2021), ce phénomène a un impact non seulement sur l'environnement en dégradant les sols, mais également sur le niveau de vie socio-économique des résidents. L'érosion des sols, amplifiée par des facteurs climatiques et humains, met en danger les écosystèmes et les communautés locales. Parmi les effets de ce processus, Muanda est particulièrement affectée par l'ensablement, l'envasement et la détérioration des terres, une situation qui découle d'une combinaison complexe de facteurs géographiques, socio-économiques et environnementaux (Kitoko *et al.*, 2022).

La déforestation en particulier celle des mangroves, l'urbanisation non régulée et les changements climatiques sont en grande partie des causes de l'érosion des sols à Muanda (Bullock *et al.*, 2021). La perturbation des sols par ces activités humaines entraîne une diminution de la couverture végétale et une augmentation de la fréquence et de l'intensité des précipitations, ce qui accélère l'érosion. Par ailleurs, le contexte de pauvreté et le manque de ressources économiques restreignent la capacité des communautés locales à mettre en place des stratégies efficaces pour gérer l'érosion (Blaikie *et al.*, 1994). L'absence de politiques publiques et de plans d'aménagement du territoire adéquats aggrave ce problème (Turner *et al.*, 2003).

Le MEDD au travers le projet PANA Zone côtière a réalisé l'atlas climatique de l'érosion côtière de Muanda en 2017, qui a utilisé des expertises locales et des connaissances traditionnelles afin de donner une vision globale des zones à risque et des mesures d'adaptation possibles. Cet instrument permet aussi de prévoir les conséquences éventuelles de l'érosion côtière et terrestre sur les infrastructures, les logements et les terres agricoles. Ce dernier a été fait uniquement dans le site d'intervention du projet et ne couvre pas toute la zone côtière.

Selon la Stratégie nationale de réduction des risques naturels et des catastrophes (2017-2023), la RDC, et plus particulièrement Muanda, est exposée à un risque accru de catastrophes naturelles causées par l'érosion. Il est essentiel d'adopter une réponse globale, qui tient compte à la fois des aspects environnementaux et sociaux, afin de faire face à cette menace (Politique et stratégie nationale, 2016-2020). Cependant, l'insuffisance de données exactes et récentes concernant les zones affectées par l'érosion restreint la capacité de prendre des décisions. Il est donc essentiel d'élaborer les cartes géographiques des zones vulnérables d'érosion afin de garantir une bonne planification et gestion durable des sols et de la cité.

L'objectif de cette étude est d'identifier et de représenter géographiquement les zones exposées à l'érosion du sol et d'évaluer son évolution temporelle entre 1985 et 2024 afin de mieux planifier la gestion du sol dans la cité de Muanda.

Face à ce défi, la cartographie est présentée comme une solution alternative dans la gestion de l'érosion à Muanda. En offrant des renseignements précis sur les zones à risque, elle assiste les autorités dans la planification d'interventions efficaces et dans la priorité des mesures de prévention et de réduction. Les techniques modernes de surveillance et d'analyse des dynamiques de l'érosion sont offertes par les systèmes d'information géographique (SIG) et la télédétection (MEDD, 2017).

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Zone d'étude

Cette étude a été menée dans la cité de Muanda (précisément dans les trois quartiers : Malamba-Bendo, Océan et Vulumba), située dans la province

du Kongo-Central en République Démocratique du Congo. La cité de Muanda est une localité qui fait partie du territoire éponyme de la province du Kongo-Central, dont la superficie est estimée à 4 265 km². Les coordonnées géographiques sont : 5° 55' 11" S, 12° 22' 43" E. La cité de Muanda, se situe dans la zone côtière et fait partie d'un ensemble dont elle dépend, à savoir le territoire de Muanda. La température moyenne mensuelle varie entre 22 et 24 °C. L'humidité relative moyenne mensuelle est de l'ordre de 77 à 81 %. En ce qui concerne la pluviométrie, les précipitations annuelles se situent aux environs de 772 mm (Figure 1). Les sols dans la zone d'étude sont de nature variée allant du sablonneux, argilo-gréseux à ferrallitiques et hydromorphes.

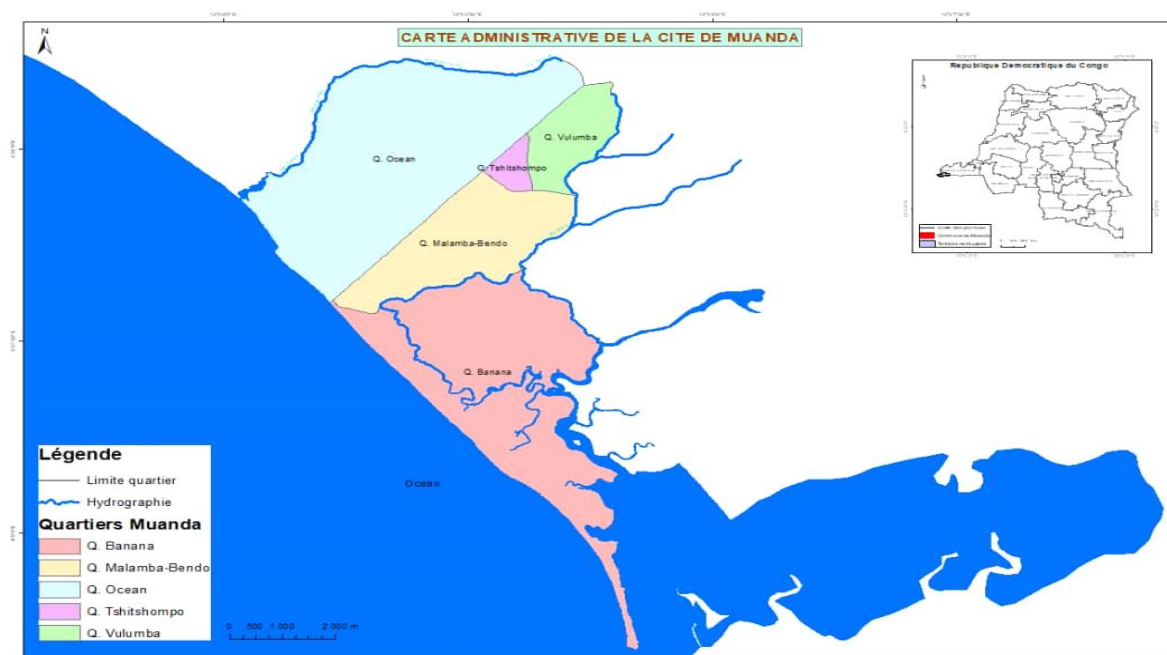


Figure 1. Carte de la cité de Muanda en RDC

2.2. Méthodes

Les procédés d'investigation mobilisent un ensemble de procédures méthodologiques de nature quantitative et qualitative. La conception multi-procédurale adoptée pour la phase d'exploration évoque des travaux antérieurs qui exigent de mêler ces deux types d'investigation pour bien appréhender des phénomènes environnementaux complexes (Creswell et Plano Clark, 2017).

Les travaux de Kitoko *et al.*, 2022 expliquent l'importance des perceptions de la communauté pour réaliser un travail d'analyse fine des risques d'érosion. Des entretiens semi-structurés ont également été menés avec des acteurs clés tels que des élus municipaux, des urbanistes et des chefs communautaires. Outre l'analyse plus fine, ils ont permis de mieux cerner les dynamiques locales et d'appréhender les réponses institutionnelles face à

l'érosion. La visite des sites de la recherche a aussi permis d'observer les effets visibles de l'érosion, de photographier la zone la plus touchée et de donner une dimension plus visuelle à l'analyse.

Cette collecte de données a aussi permis de géolocaliser les zones touchées par l'érosion. L'analyse des données géospatiales a permis de cartographier les zones touchées et de suivre l'évolution de l'érosion sur une période allant de 1985 à 2024. Cela a permis d'appréhender l'évolution saisonnière de l'érosion et la réponse des acteurs aux interventions mises en œuvre, conformément aux recommandations de Vörösmarty *et al.* (2010) sur l'importance d'un suivi temporel dans la gestion des risques environnementaux.

Pour atteindre les objectifs de notre travail, une méthodologie appropriée et spécifique a été

appliquée. Cette étude évoque en premier lieu la reconnaissance de la sensibilité de la cité de Muanda à l'érosion du sol spécialement les quartiers Malamba-Bendo, Océan et Vulumba et en second lieu, l'évaluation de la vulnérabilité de ces derniers en vue de produire un outil de planification de gestion durable. Ainsi, deux méthodes différentes ont été utilisées : (i) la recherche des différents documents scientifiques, l'utilisation des images satellitaires, la collecte des données sur le terrain par la méthode d'échantillonnage aléatoire des divers sites érosifs, types des sols, types d'occupation des sols ; (ii) l'enquête quantitative auprès de la communauté de Munda et des acteurs susceptibles d'être intégrés dans les décisions de gestion de la cité de Muanda et un entretien semi-structuré (le focus group) en vue d'obtenir les témoignages des personnes ressources et

communauté locales victimes de pertes des biens et humains.

Des cartes géographiques pour des observations sur le terrain, l'exploitation des données des anciennes cartes et des images satellitaires présent comme base de données existantes ont été utilisées. La numérisation des limites géomorphologiques des zones vulnérables à l'érosion s'est reposée sur un travail de photo-interprétation des images aériennes (Landsat, sentinelle et autres) dans un Système d'information géographique (SIG), en 2D (deux dimension), à une échelle définie selon le besoin à la fin du travail (une plus grande ou plus petite échelle) est choisie pour bien interpréter certaines zones ; et cela a été effectué via le logiciel ArcGIS (version 10.2), dans une classe d'entités (feature class) au sein d'une géodatabase fichier (file géodatabase).

3. RESULTATS

3.1. Evolution de l'érosion dans le quartier Malamba-bendo

La figure 2 présente la géolocalisation des zones touchées par l'érosion dans le quartier Malamba-Bendo.

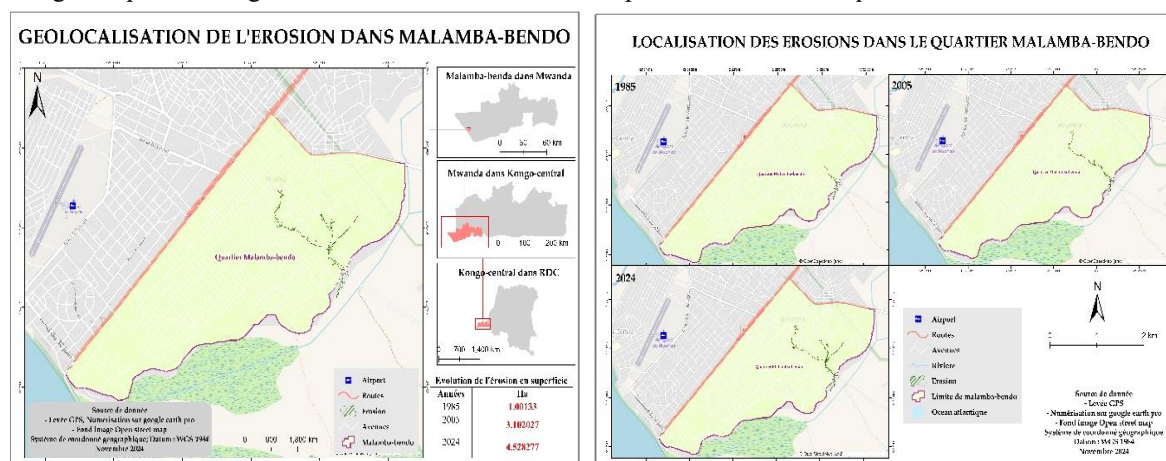


Figure 2. Cartes des zones touchées par l'érosion du sol dans le quartier Malamba-Bendo et son évolution dans le temps

Les résultats de ces cartes révèlent que le quartier Malamba-Bendo présente un sol majoritairement sableux, le rendant ainsi vulnérable à l'érosion. Ce problème est dû à l'absence de systèmes de drainage, de canaux d'évacuation des eaux, ainsi qu'à la présence de constructions anarchiques et à la diminution de la couverture végétale, facteurs qui accroissent la vulnérabilité de ce quartier face à l'érosion du sol. Parmi ces éléments, il apparaît clairement que le sol sableux et l'absence de système de drainage des eaux sont des causes principales dans ce quartier. Un vaste ravin s'est creusé dans ce quartier, affectant plusieurs avenues avant de se jeter dans la rivière Ngoyo et emportant plusieurs parcelles avec lui. Il est à noter qu'entre 1985 et aujourd'hui, l'érosion a connu une évolution significative. En effet, sa superficie était de 1 hectare en 1985 et atteint désormais 4,5 hectares en 2024.

3.2. Evolution de l'érosion dans le quartier océan

Les zones touchées par l'érosion du sol dans le quartier Océan et son évolution dans le temps sont présentées à la figure 3.

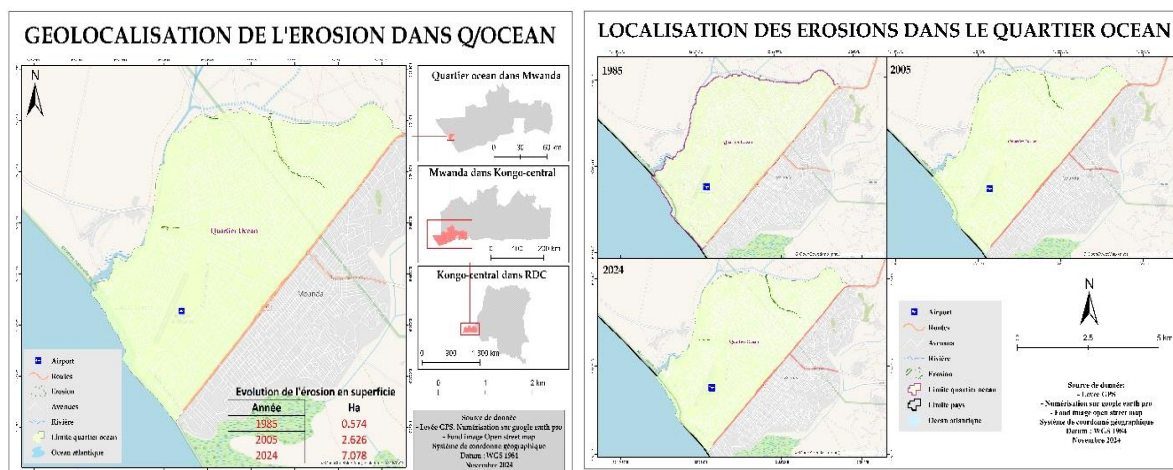


Figure 3. Cartes des zones touchées par l'érosion du sol dans le quartier Océan et son évolution dans le temps

Les cartes ci-dessus illustrent comment l'érosion a progressé dans le quartier de 1985 à 2024. Il a été constaté que cette érosion a augmenté de manière significative ces dernières années, passant de 0,57 hectare en 1985 à 7 hectares en 2024. Les causes principales de cette évolution de l'érosion sont la nature du sol qui est principalement sableuse, le manque de canaux d'évacuation et l'urbanisation incontrôlée.

3.2. Evolution de l'érosion dans le quartier Vulumba

Les zones touchées par l'érosion du sol dans le quartier Vulumba sont présentées à la figure 4.

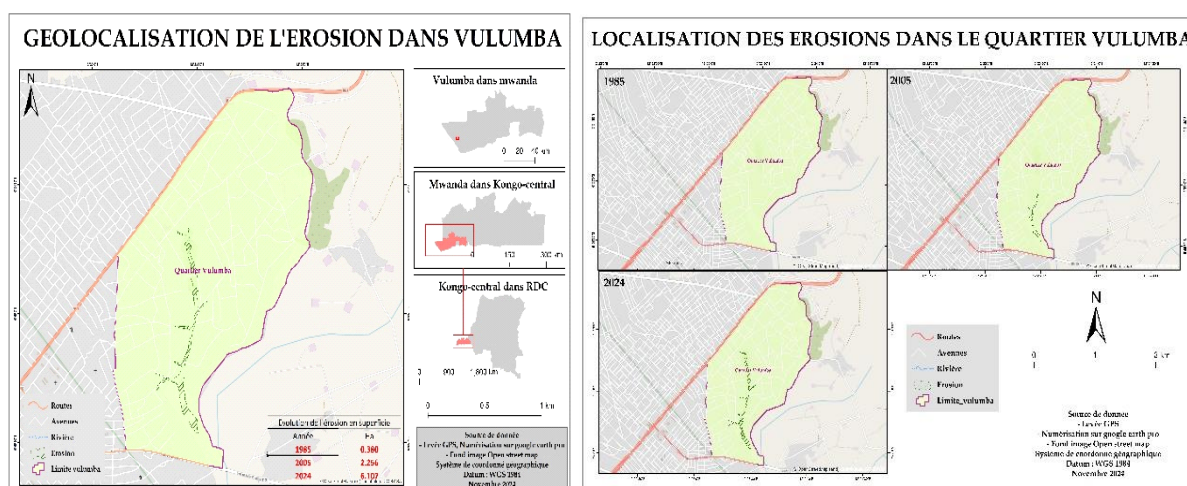


Figure 4. Cartes des zones touchées par l'érosion du sol dans le quartier Vulumba

Il découle des cartes sur l'évolution de l'érosion du quartier Vulumba que cette dernière est plus profonde comparativement à d'autres érosions étudiées. Ce quartier est butté aux mêmes problèmes que les autres comme le manque de canal d'évacuation d'eau. Par ailleurs, il a été remarqué qu'aucune action n'est entreprise pour lutter contre ce phénomène dans ce quartier, alors que le ravin continue de s'agrandir chaque année. En 1985, l'érosion occupait une superficie de 0,38 hectares, tandis qu'elle est de 6,1 hectares en 2024, ce qui démontre qu'elle a progressé de plus de 6 hectares.

4. DISCUSSION

Les données présentées dans les cartes ci-dessus indiquent que le quartier Malamba-Bendo se distingue par un sol de type sableux, ce qui le rend particulièrement susceptible à l'érosion. Divers éléments contribuent à cette fragilité, tels que l'absence de systèmes de drainage, le manque de canaux pour l'évacuation des eaux, la construction désordonnée de logements, ainsi que la réduction de la couverture végétale. Parmi ces éléments, la

texture sableuse du sol et l'absence de canaux d'évacuation se révèlent être les principales causes de l'érosion dans la zone. Un important ravin s'est développé, touchant plusieurs avenues et se déversant dans la rivière Ngoyo, entraînant la perte de nombreuses parcelles. En ce qui concerne l'érosion dans le quartier Malamba-Bendo, celle-ci a connu une évolution marquée depuis 1985. À cette période, elle s'étendait sur 1 hectare, alors

qu'en 2024, elle couvre désormais 4,5 hectares. Pour le quartier Océan, une évolution très rapide de l'érosion a également été observée, passant de 0,57 hectare en 1985 à 7 hectares en 2024. Cette hausse est principalement due à la nature sableuse du sol, à l'absence de canaux d'évacuation, ainsi qu'à l'urbanisation incontrôlée.

L'érosion dans le quartier de Vulumba se révèle être préoccupante également ; malgré la nature limoneuse et argileuse de son sol ; l'évolution de ravin continue chaque année. En 1985, l'érosion couvrait une superficie de 0,38 hectare, tandis qu'en 2024, elle s'étend sur 6,1 hectares, ce qui représente une augmentation de plus de 6 hectares. Ces constatations sont en accord avec d'autres recherches effectuées dans des zones analogues. L'étude menée par Mukadi (2018) à Moanda a mis en évidence que l'érosion des sols est aggravée par une urbanisation rapide et désordonnée, ainsi que par l'absence d'infrastructures de drainage appropriées. Par ailleurs, Lopanza *et al.* (2020) ont démontré que la déforestation et les constructions non réglementées sont des éléments déterminants contribuant à l'érosion des sols en milieu urbain.

Les conclusions de ces études soulignent l'importance d'une gestion adéquate des eaux pluviales et d'une planification urbaine réfléchie pour atténuer l'érosion des sols. Des initiatives telles que la création de canaux de drainage, la reforestation et la régulation des constructions pourraient s'avérer efficaces pour diminuer la vulnérabilité des quartiers tels que Malamba-Bendo, Océan et Vulumba. Nkulu (2019) a prouvé que l'instauration de systèmes de drainage et la reforestation ont considérablement réduit l'érosion dans certaines zones urbaines.

Généralement, l'érosion des sols dans les quartiers Malamba-Bendo, Océan et Vulumba est un problème majeur qui nécessite des interventions urgentes. Les résultats de cette étude montrent que des actions concrètes, telles que l'amélioration des infrastructures de drainage et la régulation de l'urbanisme sont essentielles pour atténuer ce phénomène.

5. CONCLUSION

L'érosion des sols dans les quartiers Malamba-Bendo, Océan et Vulumba représente un défi majeur à Muanda, en République démocratique du Congo, avec une progression rapide entre 1985 et 2024. Les résultats montrent que ces phénomènes sont fortement influencés par la texture sableuse des sols dans Malamba-Bendo et Océan, ainsi que par l'absence de systèmes de drainage, l'urbanisation désordonnée et la diminution de la couverture végétale. Le quartier Vulumba, bien qu'il possède un sol limoneux à argileux, fait face à une érosion préoccupante, principalement due à l'absence de

gestion des eaux pluviales et à un manque d'initiatives pour contrer ce phénomène.

Les superficies touchées ont respectivement quadruplé et décuplé pour Malamba-Bendo et Océan, tandis que Vulumba a enregistré une augmentation de plus de six hectares. Ces évolutions soulignent la nécessité des solutions adaptées et intégrées. La mise en place d'infrastructures de drainage, la reforestation et une planification urbaine rigoureuse sont des mesures prioritaires pour atténuer l'impact de l'érosion. Ces recommandations s'alignent avec des études similaires qui montrent l'efficacité de telles interventions. Il est essentiel d'adopter rapidement des stratégies durables de gestion des sols et des eaux accompagnées d'une sensibilisation communautaire, pour freiner l'expansion de l'érosion et préserver les écosystèmes urbains ainsi que les moyens de subsistance dans ces zones vulnérables.

Remerciements

Nous remercions le gouvernement de la RDC à travers le Ministère de la Recherche scientifique et technologie, spécialement l'Institut Géographique du Congo, pour son appui financier à la réalisation de cette étude.

Références

- Blaikie P., Cannon T., Davis I. & Wisner B., 1994. *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters*. Routledge, https://doi.org/10.4324/9780203974575_pp102-110
- Bullock Eric L., Sean P. Healey, Zhiqiang Yang, Phoebe Oduor, Noel Gorelick, Edward Ouko & Warren B. Cohen, 2021. Three Decades of Land Cover Change in East Africa. in *East Africa. Land 2021*, 10, 150. <https://doi.org/10.3390/land10020150>
- Creswell J. W. & Plano Clark V. L., 2017. *Designing and conducting mixed methods research (3rd ed.)*. Sage publications, 520 pp.
- Kitoko Nsielolo R., Tebo Kulapa B., Pages J. & Futabaku Muniputu B., 2022. Impacts locaux des changements climatiques dans la zone côtière de Muanda en République Démocratique du Congo (RDC). *Innovative Space of Scientific Research Journals*, 36(2), 525–534. <http://www.ijias.issr-journals.org/>
- Lopanza Mpiayoleke J., Habaieb H. Luboya Tshiunza C., 2020. Erosions urbaines à Kinshasa : causes, conséquences et perspectives. *European Journal Of Social Sciences Studies*, 5(3), 147-167. DOI: 10.46827/ejsss.v5i3.878
- Ministère de l'Environnement et Développement Durable (MEDD, RDC), 2017. *Atlas climatique de l'érosion côtière de Muanda/RDC sur base d'expertise locale (connaissances endogenes)*. Ce document est la source d'information sur les facteurs de risqué, 28 p.
- Ministère de l'Environnement et Développement Durable (MEDD, RDC), 2010. *Plan d'action nationale pour la*

gestion durable des ressources environnementales marines et côtières de la République Démocratique du Congo, 127 p.

Mukadi 2018. Urbanization and Soil Erosion in Moanda: A Case Study. *Journal of Environmental Studies*, 25(3), 123-135. <https://deskeco.com/2021/04/05/rdc-le-conseil-economique-et-social-alerte-sur-lerosion-cotiere-muanda>

Nkulu L., 2019. Effectiveness of Drainage Systems and Reforestation in Reducing Soil Erosion in Urban Areas of Kinshasa. *Urban Planning and Development Journal*, 41(1), 56-68.

Turner B. L., Kasperson R. E., Matson P. A., McCarthy J. J., Corell R. W., Christensen L. & Jäger J., 2003. A framework for vulnerability analysis in sustainability

science. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(14), 8074-8079.

<https://doi.org/10.1073/pnas.1231335100>

Vörösmarty C. J., McIntyre P. B., Gessner M. O., Dudgeon D., Prusevich A., Green P., Glidden S., Bunn S. E., Sullivan C. A., Reidy Liermann C. & Davies P. M., 2010. Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature*, 467(7315), 555-561. <https://doi.org/10.1038/nature09440>

Wardekker J. A., Petersen A. C. & van der Sluijs J. P., 2009. Ethics and public perception of climate change: Exploring the Christian voices in the US public debate. *Global Environmental Change*, 19(4), 512-521. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2009.07.008>