



CATASTROPHES NATURELLES PROVOQUEES PAR L'ÉROSION RAVINANTE DANS CERTAINS QUARTIERS VULNÉRABLES DE LA VILLE DE KIKWIT EN RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DU CONGO

Mutungu Kuleta Théotime¹,

Vuni Simbu Alexis²ⁱ,

Mubanga Nzo Ayum Godefroid³,

Makanzu Imwangani Fils⁴,

Mpuru Mazembe Bias⁵,

Miti Tseta Félicien⁶

Lelo Nzuzi Francis⁷

¹Professeur associé,
Département de Géographie et Gestion de l'Environnement,
Institut Supérieur Pédagogique de Kikwit,
République Démocratique du Congo

²Msc, Doctorant,
Faculté des Sciences et Technologies,
Université de Kinshasa,
République Démocratique du Congo

³Msc, Doctorant,
Département de Géographie et Gestion de l'Environnement,
Institut Supérieur Pédagogique de Kikwit
République Démocratique du Congo

⁴Professeur full,
Faculté des Sciences et Technologies,
Université de Kinshasa,
République Démocratique du Congo

⁵Professeur ordinaire,
Institut Supérieur d'Architecture et Urbanisme/Kinshasa Gombe,
République Démocratique du Congo

⁶Professeur ordinaire,
Faculté des Sciences et Technologies,
Université de Kinshasa,
République Démocratique du Congo

⁷Professeur ordinaire,
Faculté des Sciences et Technologies,
Université de Kinshasa,
République Démocratique du Congo

ⁱ Correspondence: email vunitresor@gmail.com

Résumé :

Des processus de ravinement très virulents provoquent des catastrophes naturelles dans la ville de Kikwit (RD Congo). Certains quartiers vulnérables comme Ndeke-Zulu sont victimes, et des conséquences énormes y sont déplorées. Deux grands ravins ont particulièrement attiré l'attention et fait l'objet de cette étude : le ravin de « Arrêt Foire » et de « Lukwilu » en passe de couper la ville en différents morceaux. Des observations approfondies, menées entre le 8 décembre 2019 et le 6 décembre 2023, ont permis d'en déterminer les aléas et le contour des dégâts énormes que ces deux ravins ont infligés à l'environnement urbain particulièrement sur le foncier, les routes, l'habitat, la ressource en eau et les rivières dans les quartiers impactés. Compte tenu de l'inefficacité de la lutte antiérosive menée par les acteurs locaux, l'étude préconise l'aménagement des infrastructures de drainage des eaux de pluie en combinaison avec un couvert végétal couvrant, visant à diminuer les mouvements de masses, responsables des catastrophes liées à l'érosion accélérée.

Mots clés : catastrophes, érosion ravinante, vulnérabilité, Impacts, ville de Kikwit

Abstract:

Very virulent gullying processes cause natural disasters in the town of Kikwit (DR Congo). Certain vulnerable neighborhoods like Ndeke-Zulu are victims, and enormous consequences are deplored. Two large ravines particularly attracted attention and were the subject of this study: the "Arrêt Foire" and "Lukwilu" ravines, which are about to cut the city into different pieces. In-depth observations carried out between December 8, 2019, and December 6, 2023, made it possible to determine the hazards and the outline of the enormous damage that these two ravines have inflicted on the urban environment, particularly on land, roads, habitat, water resources and rivers in the impacted neighborhoods. Given the ineffectiveness of the anti-erosion fight carried out by local actors, the study recommends the development of rainwater drainage infrastructures in combination with a covering plant cover, aiming to reduce mass movements responsible for disasters. Linked to accelerated erosion.

Keywords: disasters, gully erosion, vulnerability, impacts, city of Kikwit

1. Introduction

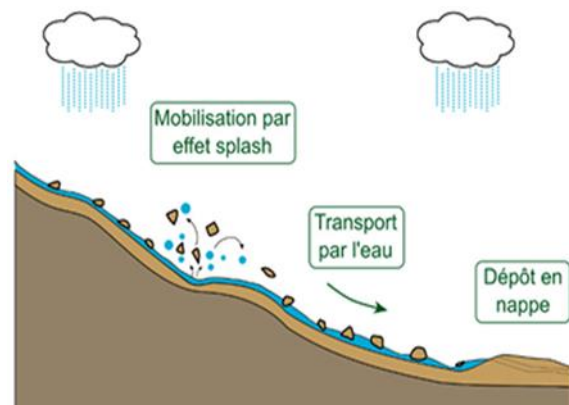
Depuis quelque trois décennies, la ville de Kikwit est en proie à une rapide érosion ravinante aux conséquences incalculables. Les mécanismes d'érosion en général et de ravinement en particulier font partie des préoccupations majeures de scientifiques en rapport avec les dégradations des ressources pédologiques depuis des décennies (Wischmeier et Smith, 1960-1978 ; Lutete et al., 2022 ; Mutungu, 2022 ; Kakesa, 2024 ; Poesen et al., 2003) de par le monde. Les dégâts que ces processus provoquent à

l'environnement, surtout en milieu agricole et dans les villes en milieu tropical, sont très désastreux pour les terrains impactés. Les facteurs favorables au déclenchement de ces mécanismes sont largement documentés. On peut les reconnaître à travers l'équation (USLE) de prédiction de pertes de sol (Wischmeier et Smith, 1960-1978), telle que révisée (R/USLE) et expérimentée dans plusieurs régions du monde (Rubianca et al., 2018). Il s'agit généralement de l'agressivité climatique, des propriétés du sol, de la topographie (pentes), des pratiques d'aménagement antiérosif et du couvert végétal. Les terrains cultivés et urbanisés sont les plus impactés par le ravinement lorsque ces paramètres ci-dessus ne sont pas pris en compte lors de leur mise en valeur pratique. Mais la caractérisation, l'ampleur de l'érosion et son impact sur l'environnement global dépendent de la localisation du phénomène étudié, du climat local, du type de sol, de la topographie, du couvert végétal et des pratiques antiérosives mises en œuvre. L'érosion pluviale se manifeste sous plusieurs aspects (figures 1 et 2), débutant par le déplacement des particules de sol, d'un endroit à l'autre, sous l'impact des gouttes de pluie ou splash (Pedersen & Hasholt, 1995 ; Fournier, 1960 ; Birot, 1981), par ruissellement diffus ou concentré et par divers mouvements de masse dont les glissements de terrain. Cependant, lorsque le type d'aménagement du sol entraîne la dénudation du sol (cas de champ ou d'urbanisation), et que celui-ci coïncide avec la forte pluviométrie, la vulnérabilité des terrains et le risque d'érosion s'en trouvent exacerbés.

Figure 1 : Effet splash



Figure 2 : Effet splash et ruissellement en nappe



Source : Thibault Lorin, adapté de Lesley Dampier (UBC, 2013).

Les villes de régions tropicales sont particulièrement affectées par le ravinement et les glissements de terrain à cause de leur forte pluviométrie, des sols tropicaux fortement altérés et de l'urbanisation incontrôlée. En République démocratique du Congo, le faible aménagement des voies de drainage et de gestion des eaux pluviales divagantes à travers des rues non goudronnées amplifie le ravinement des terrains en pente non constructibles. Plusieurs villes congolaises comme Kinshasa, Mbuji-Mayi, Kananga. La ville de Kikwit est sévèrement confrontée au phénomène d'érosion ravinante accélérée et les conséquences de ce phénomène sont très désastreuses

(Mutungu et al., 2022 ; 2024 ; Mubanga et al., 2024 ; Kakesa.... 2024) comme l'indique la figure 3.

Figure 3 : Ravinement dans la ville de Kikwit



Source : Kakesa, 2024

Cet article aborde l'impact des processus de ravinement à travers la ville en vue d'apprécier les facteurs et les conséquences du développement de deux grands ravins « Arrêt Foire et Lukwilu » dans le quartier Ndeke-Zulu, ainsi que les capacités d'adaptation et de résilience de l'autorité publique et des habitants face à l'avancée de ce ravinement.

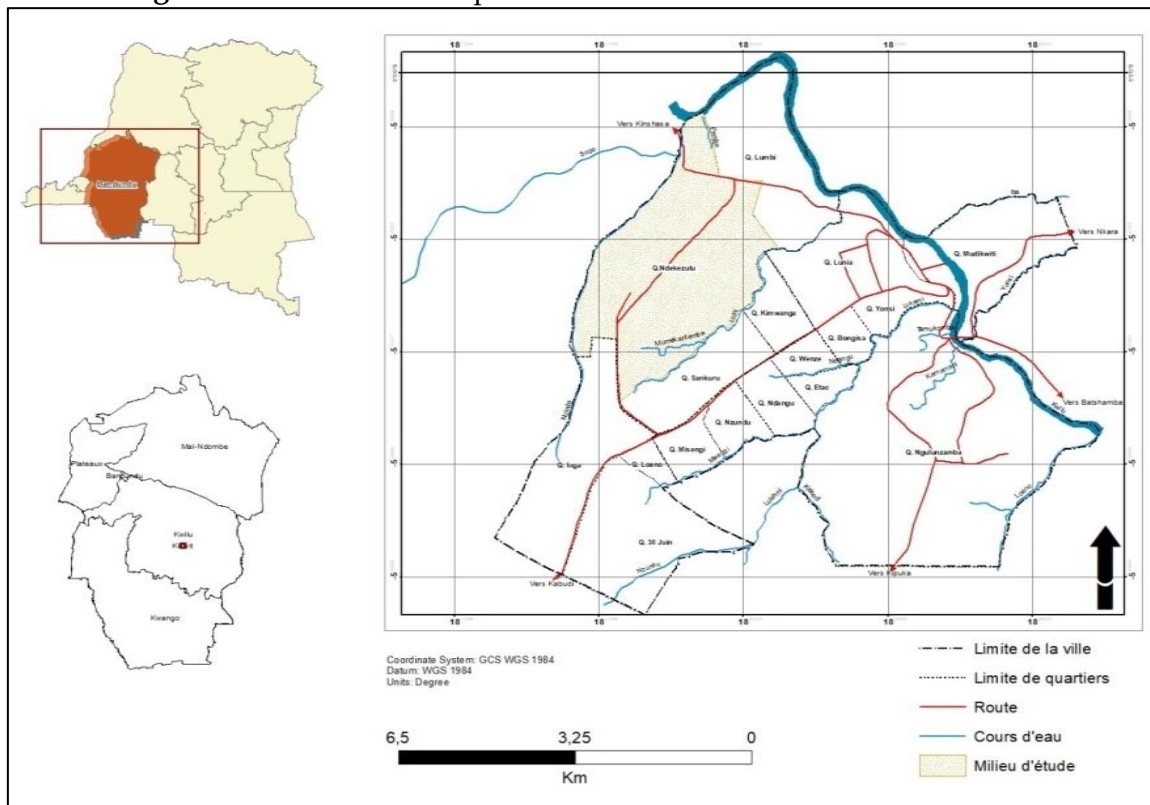
2. Revue de la littérature

Dans les années 1960 déjà, Nicolaï (1963) avait perçu les risques d'érosion à Kikwit, une ville en plein essor. Le phénomène d'érosion fera, par la suite, l'objet de plusieurs études, notamment par Kakesa (1990), Mubanga et Kakesa (1999), Mutungu et al., (2011), Mutungu (2015, 2022, 2024) et Kakesa (2024). Les conséquences de la dégradation des sols sont évidentes et très importantes sur l'environnement physique et ont des répercussions socio-économiques inestimables sur les populations urbaines. Les recherches réalisées ailleurs à Kinshasa par Lelo (2008), Makanzu (2010 ; 2014), Wouters et Wolff (2010), Miti et al., (2011), Mwanza (2012), Kayembe et Wolff (2015), Kakesa (2021), Muya et al., (2020), Mubanga et al., (2024), Mutungu et al., (2024) ont aussi permis de mettre en évidence l'impact de l'érosion ravissante sur la ville provinciale. Dans d'autres villes de la RDC, l'érosion urbaine s'accroît et les dégâts matériels et financiers subis s'avèrent énormes. C'est le cas à Kolwezi (Mbenza et al., 1991), à Butembo (Muhindo Sahari, 2011), à Mbuji Mayi (Kakule, 2023), à Kananga (Yamba, 2016), et à Idiofa (Mubanga et al., 2024). Partout, l'érosion hydrique des sols constitue l'un des obstacles majeurs au développement durable dans le domaine agricole et rural à travers le monde (Touhani et al., 2014). L'érosion entraîne une perte importante de sols, en moyenne 5 à 10 tonnes par hectare en Afrique, en Europe et en Australie, de 10 à 20 tonnes par hectare sur l'ensemble du continent américain et de 30 tonnes par hectare en Asie (Brown et al., 2022).

3. Milieu d'étude

Devenue ville depuis 1970 (par l'ordonnance n° 70/95 du 15 mars 1970), Kikwit grandit vite et constitue le plus important centre urbain à rayonnement provincial. Sa superficie s'accroît rapidement pour atteindre une superficie de 92 km² et, sa population s'estime à environ 13.370 habitants au Km². Géographiquement localisée aux coordonnées 5°02'27'' Sud et 18°48'58'' Est à une altitude moyenne de 466 mètres, la ville de Kikwit est située au croisement des principales routes vers Idiofa, Gungu, Kasai-central et Bulungu. C'est le principal débouché vers Kinshasa à 523 Km. Elle est constituée de quatre municipalités en tant que division administrative, comprenant 17 quartiers et 103 cellules au total (Pwema et al., 2019) dont l'un des quartiers, Ndeke-zulu fait l'objet de la présente étude (Figure 4).

Figure 3 : Localisation du quartier Ndeke-Zulu dans la ville de Kikwit



Source : Auteur, 2022.

Du point de vue du climat, Kikwit se trouve dans un climat tropical humide à tendance équatoriale du type AW₃ (Köppen, 1936). Ce climat est caractérisé par une alternance de saisons : une saison sèche de 3 mois (mai à août) et une saison pluvieuse de 9 mois (août-mai). Cette dernière est parfois entrecoupée par une forte diminution des précipitations entre janvier et février : on parle de petite saison sèche. La pluviométrie est assez importante, avec une moyenne annuelle de 1500 mm (Pwema et al., 2019). La

moyenne de température est de 25°C et l'amplitude thermique quotidienne varie de 10 à 15°C. Ce régime thermique quotidien permet une distinction entre les saisons (Figure 5).

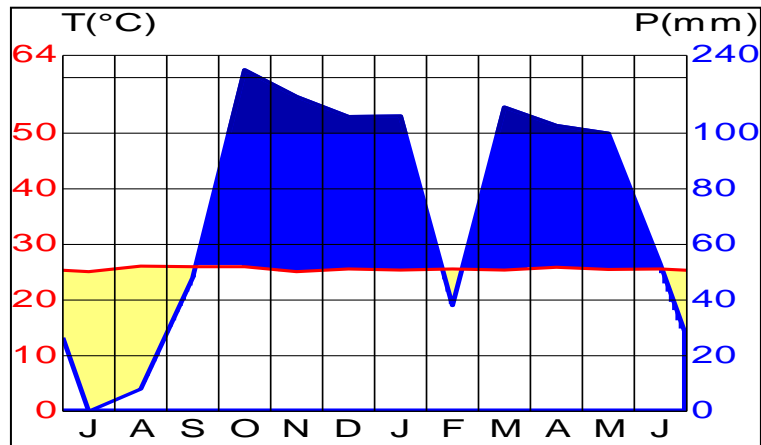


Figure 5 : Répartition des pluies pendant l'année pluviale

Etendu sur la rive gauche de la principale rivière Kwilu (affluent du Kwango), l'espace urbain est entrecoupé par les vallées de plusieurs ruisseaux affluents dont les plus importants sont : Lukemi, Nzinda, Yonzi, Lwini et Misengi. La végétation caractéristique est constituée d'une mosaïque de forêts denses, des forêts galeries dans le bas de versants et des savanes sur le sommet du plateau.

4. Méthodes

L'étude est basée sur deux approches méthodologiques : les observations directes de terrain et des enquêtes effectuées auprès des habitants du quartier.

4.1 Les observations de terrain

Entre le 16 décembre 2019 et 2023, nous avons parcouru le quartier Ndeke-Zulu en vue d'observer l'évolution de l'incision de 2 principaux ravins : le ravin dit Arrêt Foire et le ravin Lukwilu. Le déroulement des processus de ravinement a été progressivement et minutieusement suivi, noté et décrit. La progression des ravins prend souvent deux directions. En effet, l'incision s'allonge du bas vers le haut du versant. Aussi, elle s'élargit latéralement. Au cours de cette évolution à travers le quartier Ndeke-zulu, le ravinement s'attaque aux parcelles, à la voirie, à l'habitat et autres infrastructures urbaines et sociales. Ces dégâts ont aussi été soigneusement répertoriés et notés durant la période d'observation, chaque fois après les événements pluvieux responsables du ravinement. En effet, après chaque pluie intense, des dégâts occasionnés sur le site sont enregistrés.

4.2 Enquête

La population de la zone sous étude est utilisée pour élaborer un échantillon aléatoire proportionnel. Les données concernant la population proviennent des enquêtes sur le

terrain. La formule de Bernouilli permet de calculer la taille de l'échantillon, dont les principaux critères sont la représentativité, l'homogénéité et la précision.

$$n = \frac{(1,92)^2 \times N}{(1,92)^2 + L^2 \times (N - 1)}$$

Avec

n = taille de l'échantillon à interroger,

N = taille de l'univers investigué (population mère),

L = largeur de la fourchette exprimant la marge d'erreur, elle correspond au double de la marge d'erreur adoptée. En acceptant une marge d'erreur de 5% au-dessus et en dessous de la valeur la fourchette est de 10% (5%+5%).

Les principales questions de l'enquête ont tourné autour de la connaissance des habitants en rapport avec les facteurs du ravinement, de la responsabilité des gestionnaires du domaine foncier et de l'autorité urbaine, des services publics de construction et de lutte antiérosive. Quelques questions ont concerné l'implication des habitants eux-mêmes dans le déclenchement du phénomène de ravinement constaté dans leur quartier d'une part et, d'autre part, leur niveau de résilience face à l'avancée des ravins. Les données collectées lors des enquêtes et les observations directes ont été sélectionnées de manière manuelle. Les réponses ont été transcrites et représentées graphiquement à l'aide du logiciel SPSS 20.

Les ravins ont été géolocalisés à l'aide du système de positionnement global (GPS : Garmin Etrex) et d'un appareil photographique de marque Caméra pour fixer les marques des événements. Les observations de terrain ont été appuyées par quelques images satellitaires à notre disposition. Les images ci-après ont été exploitées pour enrichir l'interprétation des données. Il s'agit d'images Spot (20 x 20 m) de 1987, Aster (20 x 20 m) du 21 juillet 2001, Terra metrics (2006), Digital Global de 2010, GeoEye du 6/5/2011 et Google Earth de 2016, 2018, 2019 et 2022. Pour aboutir à la cartographie des sites et à l'extension des ravins, les logiciels de SIG suivants ont été utilisés : ArcGis 10.4.1, Qgis 3.6.3 et Google Earth Pro.

5. Résultats et discussion

5.1 Résultats

A Kikwit, les autorités publiques collaborent avec les chefs coutumiers qui ne sont pas réellement des agents urbains, et qui, de manière volontaire, participent activement à la création de l'espace urbain en violation des normes urbanistiques. En agissant sans le droit, les chefs coutumiers empiètent sur les lois et les normes urbanistiques. Cela explique pourquoi les espaces sensibles à l'érosion ravinante sont loués et que les avenues sont tracées dans la direction de la plus forte pente.

Ces gestionnaires fonciers (agents de services du cadastre, urbanisme, habitat, environnement, OVD) sont, selon les ménages interrogés, responsables de l'aggravation du phénomène d'érosion ravinante à Kikwit. Leur niveau d'engagement se reflète dans les opinions des foyers enregistrées dans le tableau 1.

Le tableau 1 explique le degré d'implication des gestionnaires dans l'aggravation du phénomène d'érosion ravinante à Kikwit.

Tableau 1 : Degré d'implication des gestionnaires dans l'aggravation du phénomène d'érosion ravinante à Kikwit

Gestionnaires fonciers	Opinions					
	Oui		Non		Total	
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
Urbanisme et habitat	982	76	309	24	1291	100
Cadastre	1055	82	236	18	1291	100
Agriculture	402	31	889	69	1291	100
Office de voiries et drainage	518	40	773	60	1291	100
Environnement	492	38	799	62	1291	100
Développement rural	444	34	847	66	1291	100
Travaux public	628	49	663	51	1291	100
Chefs coutumiers	548	42	743	58	1291	100
Sorciers	502	39	789	61	1291	100

Selon ces données, il est évident que 82% des foyers reconnaissent l'impact négatif du service de Cadastre qui se déplace et vend des parcelles, même dans les zones accidentées non habitables. Selon 76% des personnes interrogées, le service d'Urbanisme et d'Habitat est critique, car il trace les routes dans le sens de la plus forte pente.

5.1.1 Les services de lutte contre l'érosion ravinante

Selon les données, 45% des foyers sont familiers avec l'OVD en tant que service de lutte contre l'érosion. Officiellement, la responsabilité de la lutte antiérosive incombe à l'OVD ; car il est chargé de la construction des infrastructures de drainage des eaux pluviales. En revanche, 55% des foyers expriment une opinion négative quant au rôle joué par ce service (Figure 6).

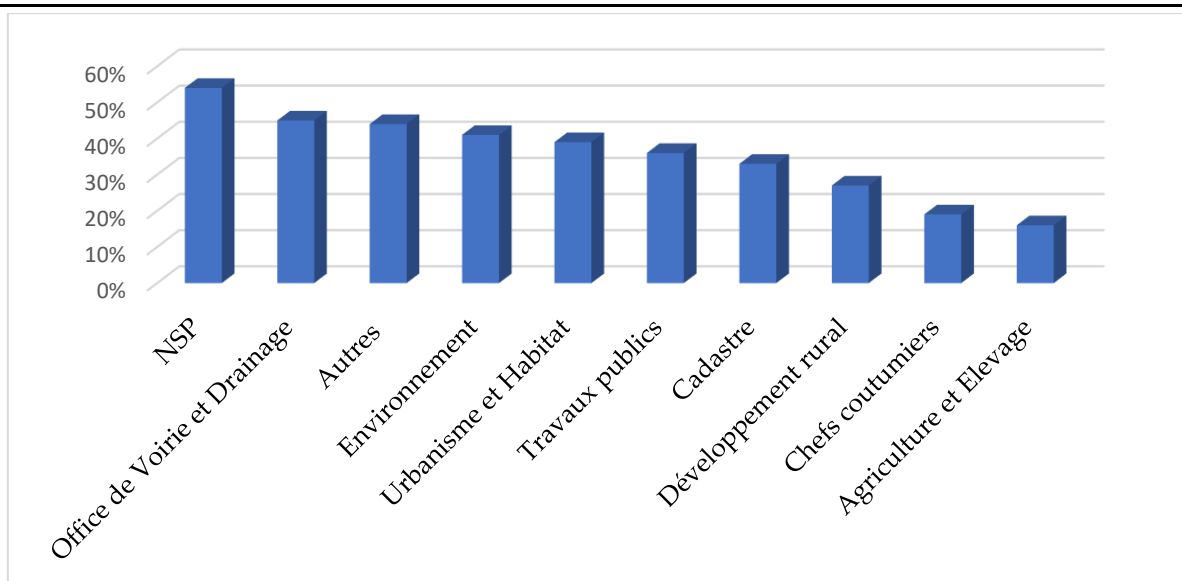
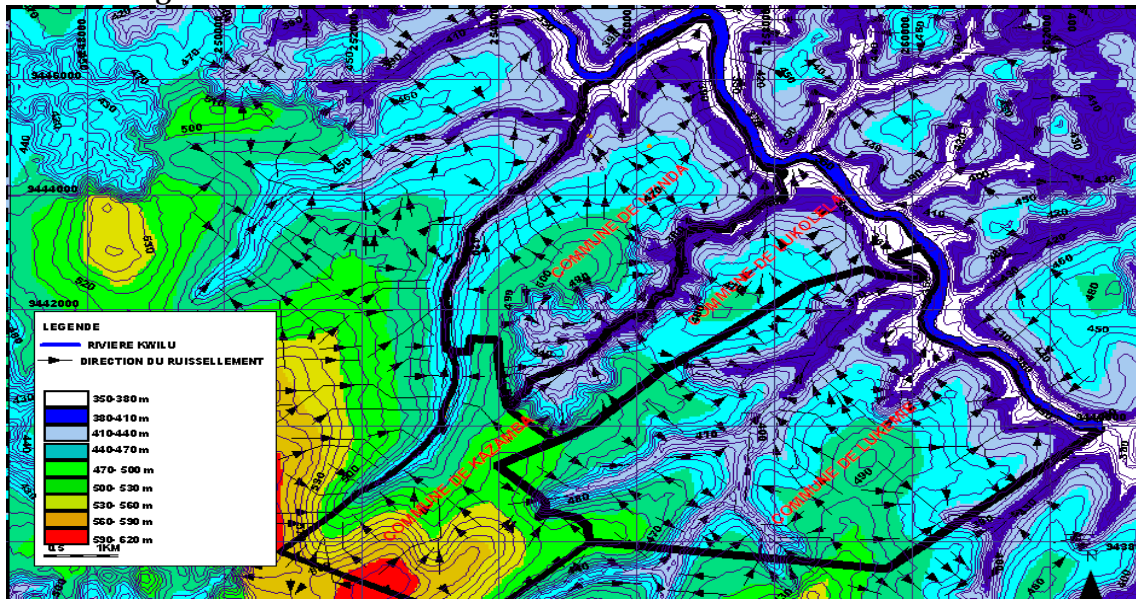


Figure 6 : Les services de lutte contre l'érosion ravinante

Selon Kisangala et Yina (2021), Kikwit se trouve sur un sol sableux qui est particulièrement exposé à l'érosion ravinante. La couche primaire de forêt qui était un écran protecteur contre les gouttes de pluie a été élaguée, laissant place à une végétation secondaire anthropisée. Ce qui rend le sol vulnérable à l'érosion ravinante. L'urbanisation de la ville, fondée sur la recherche de terrains, s'impose au détriment du respect des zones non viabilisées vulnérables. Le manque de canalisations ou leur obsolescence accroît le ruissellement sur des surfaces imperméables (toitures en tôle, cours en terre battue, pavées, routes, rues et pistes piétonnes) et provoque le ravinement observé à travers les communes de Kikwit.

Les eaux pluviales se déversent sur les plateaux de 530 m et dans les vallées encaissées drainées par des cours d'eau, situées à 360 m dans les communes de Lukolela et de Nzinda. L'érosion ravinante est influencée par le ruissellement, car c'est dans des zones que les eaux ruisselées sont très concentrées que le processus érosif commence. En ce qui concerne l'utilisation de l'espace, les zones à fortes pentes sont non constructibles. D'après la typologie des pentes, la figure 7 illustre leur impact sur le débit des eaux pluviales. Les pentes sont plus élevées au fur et à mesure que l'on s'approche des vallées. L'érosion ravinante provoque un ravinement intense et une récupération rapide de la tête du ravin de la vallée vers les versants (Figure 7).

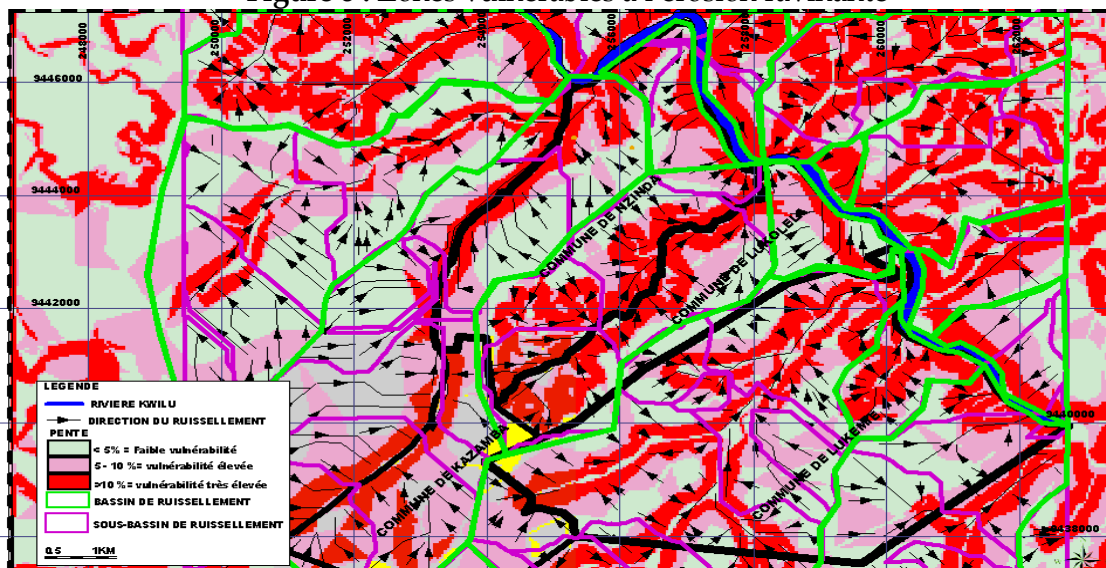
Figure 7 : Direction de ruissellement des eaux dans la ville de Kikwit



Source : Kisangala et Yina, 2011.

Dans cette illustration, on peut observer les zones de concentration (bassins et sous-bassins versants) ainsi que la direction d'écoulement des eaux pluviales. La gestion des eaux de ruissellement à Kikwit doit être conforme aux quatre bassins hydrographiques. Les sous-bassins du bassin de la rivière Nzinda sont : Nzinda-Ouest (Sopo) et Nzinda Est. Les bassins des rivières Lwini, Lukemi et Lwano sont ensuite ajoutés. C'est dans ces régions avec des pentes importantes que l'érosion spectaculaire commence (Figure 8). L'étude des facteurs de vulnérabilité permet également de mettre en évidence les liens de cause à effet à l'origine du phénomène d'érosion, dans le but d'améliorer la gestion des risques de manière plus globale et plus efficace.

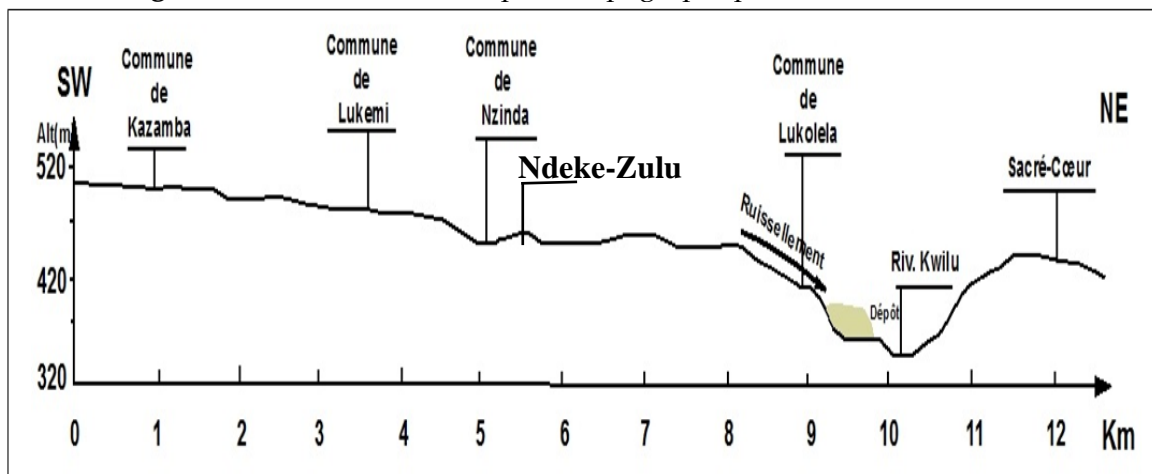
Figure 8 : Zones vulnérables à l'érosion ravinante



Source : Kisangala et Yina, 2011.

Le quartier Ndeke-Zulu connaît une croissance démographique rapide de 62,1%, passant de 32.835 habitants en 2000 à 86.685 habitants en 2023. L'augmentation exponentielle des besoins en logements et la création d'un habitat populaire caractérisé par le manque d'infrastructures de drainage des eaux pluviales sont expliquées par cette évolution démographique. Les vagues d'eau dévalent sans contrôle ces pentes élevées couvertes d'un sol sableux extrêmement vulnérable et à peine perméable, car il est composé principalement de sables fins (50%), de sables grossiers (29,7%), tandis que les argiles représentent seulement 20,3% (Mbala et al, 1990). En ce qui concerne la topographie, la figure 9 présente la topographie accidentée sur laquelle se trouve le quartier Ndeke-Zulu.

Figure 9 : Ndeke-Zulu sur le profil topographique de la ville de Kikwit



Selon cette illustration, le quartier Ndeke-Zulu est construit sur un site avec des pentes importantes. Cela s'explique par la profondeur des encaissements des rivières Lwini et Nzinda (figures 10 et 11).

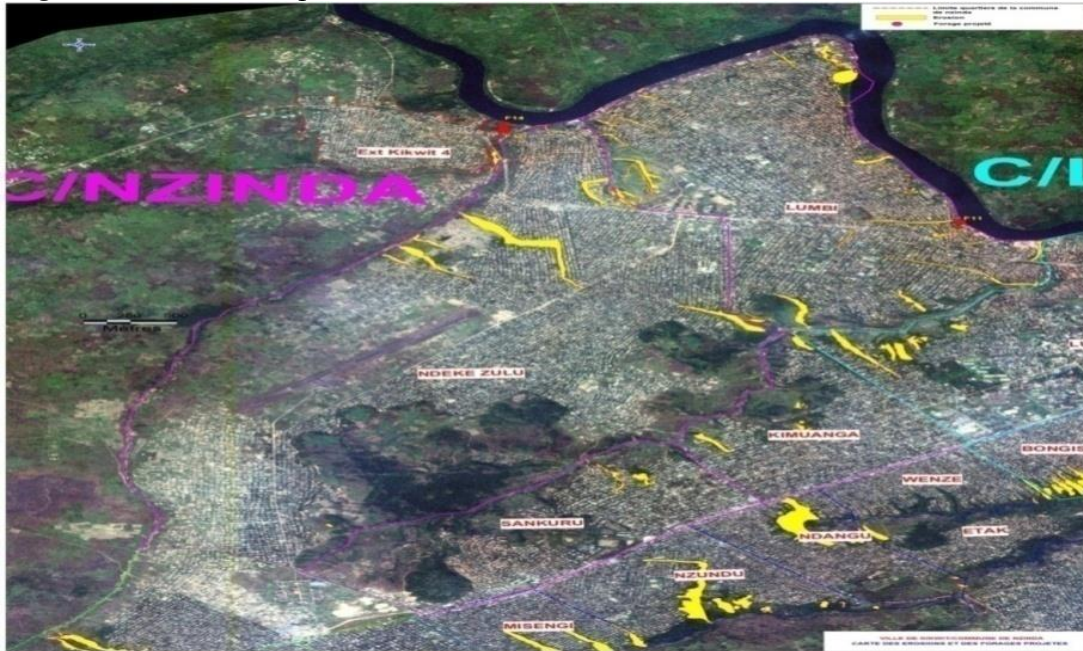
Figures 10 et 11 : Encaissement des rivières Lwini et Nzinda



Source : Auteur, 2019.

Plus de 50 ravins sont en activité dans la commune de Nzinda, dont deux grandes entailles érosives dévastatrices, connues sous le nom d'Arrêt Foire et Lukwilu (Figure 12). On peut observer des ravins d'un jaune vif qui se forment dans des vallées des rivières Nzinda et Lwini. Ils avancent vers les régions peuplées. Parmi les plus dangereux, deux ravins, Arrêt Foire ($18^{\circ},7'9''$ $5^{\circ},0'28''$) et Lukwilu ($18^{\circ},8' 5^{\circ},0'29''$).

Figure 12 : Localise le phénomène d'érosion ravinante dans la commune de Nzinda



Source : Auteur, 2019.

Les eaux pluviales sont drainées par la glissière édifée par l'AFRITEC, qui les déverse à la tête du ravin Arrêt Foire, dont les parois sont affectées par les mouvements de terrain. Le ravin Lukwilu se distingue par ses parois dépourvues de végétation couvrante, ce qui entraîne des glissements de terrain fréquents. Ces ravins, qui sont extrêmement actifs, causent des dégâts au sol et à la couverture végétale. En revanche, en amont, à la tête, le ravin est moins profond et présente un profil transversal en V sans plancher, ce qui témoigne d'une dynamique récente principalement marquée par une incision verticale (Figure 13).

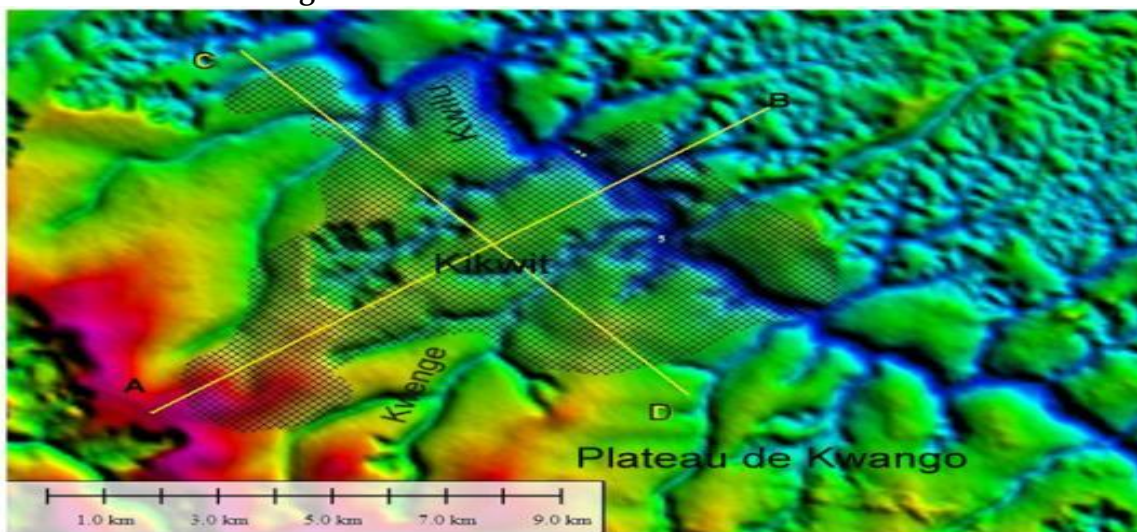
Figure 13 : Les ravins Arrêt Foire et Lukwilu



Source : Auteur, 2019.

La perte de sol est calculée en fonction de la longueur de la pente. Des études menées aux États-Unis ont révélé que le rapport entre la longueur de pente et les pertes en terre est à peu près égal à la racine carrée de la longueur de pente. En revanche, ce facteur n'est pas très important en Afrique, mais il dépend de la végétation qui couvre le versant. Le MNT permet de visualiser en 3D le relief de la ville de Kikwit, en particulier celui du quartier Ndeke-Zulu (Figure 14).

Figure 14 : Le MNT de la ville de Kikwit en 3D



Source : Auteur, 2019.

Les habitations sont soumises à l'eau qui arrose régulièrement leurs cours en terre battue après chaque orage. En utilisant l'outil Google Earth, l'étude a effectué un dénombrement par pointage des habitations situées dans un palier de 100 mètres de chaque côté du ravin. L'image montre comment le ravin Arrêt Foire et la conduit de la Régideso menacent le boulevard Wazabanga. Le recensement parcellaire a dénombré 186 maisons qui sont directement en danger dans un couloir de 100 mètres de chaque côté du ravin. En tout, ce ravin représente une superficie de 52,801 hectares menacés.

Figure 15 : Dénombrement des maisons autour du ravin Arrêt Foire



Source : Auteur, 2022.

Le ravin Kaggwa poursuit sa trajectoire vers le boulevard national qui est en danger de s'écrouler dans un futur proche. À son avancée, il a détruit 192 habitations et représente toujours une menace pour une zone de 76,353 hectares où 193 habitations sont implantées dans un couloir de 100 mètres de part et d'autre du ravin (Figure 16).

Figure 16 : Dénombrement des maisons autour du ravin Lukwilu



Source : Auteur, 2022.

Au cours de fortes pluies, qui mobilisent mécaniquement les particules, ces polluants adsorbés en surface des sols sont donc massivement transportés vers les cours d'eau et redistribués en aval. Ainsi, ces pesticides peuvent se retrouver plus en aval et s'accumuler dans les chaînes alimentaires, loin de leur site d'utilisation. Le banc de sable et l'ancien entrepôt étaient très visibles en 2015. En 2018, en plus du banc de sable, on peut observer des nouveaux bâtiments érigés qui servent d'entrepôts. L'ensablement des rivières Nzinda et Lukemi est illustré par la figure 17.

Figure 17 : Ensablement de la rivière Lwini en 2015 et en 2018



Source : Auteur, 2019.

5.2. Discussion

L'érosion hydrique entraîne des conséquences tant en amont qu'en aval d'un bassin versant. À partir de la disparition des espaces forestiers dans la ville de Kikwit, Nicolai (1963) mentionne le danger d'érosion à Kikwit en raison de son terrain accidenté. Kakesa (1990) a exposé les principales caractéristiques et les conséquences de ces ravins. Les 16 ravins actifs recensés par Mubanga et Kakesa (1999) ont provoqué des dommages tels que des tonnes de terres emportées, 39 parcelles détruites et 97 parcelles abandonnées. Selon Mpuru (2005), les effets de 11 ravins sur l'environnement physique ont été étudiés : la superficie érodée s'élève à 406.244 m², avec une concentration de 5.607.853 m³, soit 5.607.853 tonnes de matériaux arrachés. On a estimé que 1.259 maisons ont été détruites et 83 maisons sont en danger, ce qui a entraîné 8.813 personnes déplacées, contre 5.466 personnes en danger. L'évaluation des conséquences de 10 ravins par le PNUD/CNUE-Habitat (2007) a donné les résultats suivants : une superficie érodée de 406.244 m² et un emporté de sédiments de 8.411.779 tonnes.

Selon Mutungu (2015), 9 principaux ravins dans la commune de Lukemi dans la ville de Kikwit ont une superficie de 375.142m² et un volume de sédiments charriés de 6.402.385 m³. Les conséquences sont les suivantes : 12 sources d'eau ensablées, 660 maisons détruites, ce qui représente une perte de valeur vénale de 468.999 dollars USD, 560 maisons en danger, 163 avenues érodées, 8.910 personnes touchées, 9 pertes en vies humaines et 3 écoles emportées.

Dans une récente étude, Mutungu (2022) a analysé les conséquences de 8 méga ravins sur le sol, avec une superficie érodée de 274,403, 05 m². Cela a entraîné une diminution de la valeur vénale de 686 parcelles englouties, ce qui a réduit la valeur vénale à 2,401 000 dollars USD. De plus, 13 sources d'eau ensablées ont entraîné une pénurie de

3,345 litres d'eau par jour pour 360 791 personnes non desservies par la REGIDESO. En ce qui concerne les conséquences sur le logement, l'étude a identifié 805 maisons détruites contre 992 en danger. La population touchée est de 11 727 individus. Toutefois, les informations provenant de deux ravins (Arrêt Foire Foire et Lukwilu) impliqués dans cette étude confirment l'ampleur de l'érosion ravinante dans le quartier Ndeke-Zulu : une superficie érodée de 32,431 m², 1,322,958 m³ de sédiments emportés, 80 parcelles englouties, 200 maisons détruites, 271 maisons menacées et 2.087 personnes touchées, 9 sources d'eau en danger d'ensablement et le boulevard Wazabanga est en danger de reprise de l'érosion ravinante. Contrairement aux études précédentes, cette étude démontre que l'étendue des ravins Arrêt Foire et Lukwilu demeure remarquable. Les chercheurs sont tous conscients de ce facteur accélérant.

Selon Fournier (1967), Roose et Lelong (1976), les pentes les plus basses peuvent être responsables de l'érosion des sols. D'après Proffit et Roose (1991), il a été démontré que même sur une pente inférieure à 1 %, mais longue, il est possible que l'érosion (par décapage superficiel) se produise sans entraîner la formation de rigoles ou de ravines. Selon Laubier et al., (2001), cité par Louba (2018), des valeurs ont été déterminées pour établir des liens entre les pentes, les ruissellements et l'érosion. 0-1 % (absence de ruissellement et absence d'érosion) ; 1 à 3 % (ruissellement diffus avec érosion diffuse et formation de rigoles), 3 à 5 % (ruissellement concentré et érosion avec ravinement) et plus de 5 % (ruissellement concentré avec érosion très intense par ravinement profond).

Louembe et Tchicaya (1993) affirment que tous les ravinements des sites urbains du Sud Congo sont dus à l'activité humaine. En Tunisie, l'Oued Tine a connu une diminution d'un ravin de 5,21 m par an en 24 ans, avec une perte de terre de 2,268 hectares sur 24 ans, soit une perte de 0,095 hectare par an (Bouhafa et Jendoubi, 2011). La perte de terre a été estimée entre 200 et 400 tonnes par hectare par an au Burundi, selon Rishirumhirwa (1997). Dans le micro-bassin de l'Isser en Algérie, à Souagui, le ravinement qui représente la dynamique érosive est évalué à 4900 tonnes par km² par an (49 tonnes par hectare par an) et est considéré comme agressif (Demmak et al., 1991).

6. Conclusion

Dans la ville de Kikwit, les forêts ont disparu et de nombreuses zones sont drainées par des cours d'eau. Pendant la Deuxième République, le « salongo » a été mis en place pour combattre l'érosion en plantant des bambous de Chine dans les ravins des avenues Kwilu, Popo-Kabaka, Bujumbura, Kananga, la Vallée. De nos jours, les résidents de la ville de Kikwit utilisent différents récipients pour recueillir les eaux pluviales, principalement pour des raisons domestiques et pour diminuer les quantités d'eau pluviale et leur écoulement pour lutter contre l'érosion ravinante. Le site collinaire a également été exposé à l'urbanisation sauvage qui a provoqué la déforestation. Alors que les populations n'ont pas réussi à s'adapter et à résister de manière durable au phénomène d'érosion ravinante.

La déforestation est aujourd'hui le changement d'usage majeur des sols de la planète. Il en résulte une érosion à large échelle supérieure aux capacités de reconstitution des sols et une imperméabilisation de ces derniers. Ce sont donc davantage d'eau et de sédiments qui rejoignent le réseau hydrographique à chaque pluie, favorisant les inondations et perturbant les écosystèmes. À l'échelle de la parcelle, de nombreux facteurs influencent le niveau d'érosion (abondance de la végétation, régime des pluies, perturbations mécaniques, topographie) et des aménagements peuvent être mis en place pour le limiter.

Afin de diminuer l'ampleur de ces conséquences, l'étude a suggéré la réalisation de deux projets : la construction des ouvrages de drainage des eaux pluviales et l'agroforesterie qui concerneront les ravins Arrêt Foire et Lukwilu. Ils impliqueront la construction de collecteurs avec avaloirs dans ces ravins, qui seront déversés respectivement dans les rivières Nzinda et Lwini. Une lutte biologique sera associée à cette lutte mécanique pour stabiliser le sol autour de ces infrastructures de drainage, ainsi qu'une éducation mésologique pour assurer une durabilité solide de ces structures est préconisée.

Déclaration de conflit d'intérêts

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêts.

About the Author(s)

Mutungu Kuleta Theotime, Professeur Associé, Département de Géographie et Gestion de l'Environnement, Institut Supérieur Pédagogique de Kikwit, République Démocratique du Congo.

Vuni Simbu Alexis, Msc, Doctorant, Faculté des Sciences et Technologies, Université de Kinshasa, République Démocratique du Congo.

Mubanga Nzo Ayum Ntub Godefroid, Msc, Doctorant, Département de Géographie et Gestion de l'Environnement, Institut Supérieur Pédagogique de Kikwit, République Démocratique du Congo.

Makanzu Imwangani Fils, Professeur full, Faculté des Sciences et Technologies, Université de Kinshasa, République Démocratique du Congo.

Mpuru Mazembe, Professeur ordinaire, Institut Supérieur d'Architecture et Urbanisme/Kinshasa Gombe, République Démocratique du Congo.

Lelo Nzuzi François, Professeur ordinaire, Faculté des Sciences et Technologies, Université de Kinshasa, République Démocratique du Congo.

Références bibliographiques

- Biro P. (1981), Les processus d'érosion à la surface des continents, Masson, Paris, p. 605
- Fournier F. (1960), Climat et érosion ; la relation entre l'érosion du sol par l'eau et les précipitations atmosphériques. Presses universitaires de France, Paris, 201 p.
- Demmak A., Ouara M. et Guedjal A. (1991). Quantification de l'érosion à l'exutoire de micro-bassins en zone semi-aride. In Erosion et Conservation des Sols partie III ; Ed. AUPELF-UREF. Paris. pp. 179-188.
- Godefroid Mubanga Nzo-Ayum Ntub, Jules Aloni Komanda, Fils Makanzu Imwangana, 2024 : Dynamique des risques d'érosion ravinante des terres marginales de la commune rurale d'idiofa (kwilu/rd.congo), Journal Africain des Sciences, vol. 1, 1 (2024) pp. 37-47.
- Kakesa K. (1990), La dégradation du site de la ville de Kikwit. Essai d'analyse des facteurs et processus de la dynamique érosive actuelle, Mémoire de Licence en Géographie, ISP -Kikwit, 171 p.
- Kakesa K. (2024),
- Kayembe wa Kayembe M. et Wolff E. (2015), Contribution de l'approche géographique à l'étude des facteurs humains de l'érosion ravinante intra urbaine à Kinshasa (RD Congo), In « Géo-Eco-Trop », Vol.39, n°1, pp,119-138.
- Kakule R. (2023), A cause des érosions, Mbuji-Mayi, la ville diamantifère de la RDC, est à réaménager, interview de LE PAPHYRUS.CD, 2 p.
- Kisangala M. et Yina D. (2011), Rapport d'étude d'aménagement et de gestion des eaux des précipitations dans les zones menacées par les érosions à Kikwit, Coopération Technique Belge, Inédit, 67p.
- Kirkby M.J., Morgan R.P.C. (1980), Soil erosion, John Wiley et Sons, Chichester, 316 p.
- Lelo Nzuzi (2008), Kinshasa. Planification et aménagement, Le Harmattan, 281 p.
- Louba D. G. (2018). Etude de la vulnérabilité du site de Talangaï face aux risques naturels d'ordre géomorphologique. Mémoire de Master. Université Marien NGOUABI, Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines (FASH), Brazzaville, 81 p.
- Makanzu Imwangana (2010), Etude de l'érosion ravinante à Kinshasa par télédétection et SIG entre 1957 et 2007, Travail de Fin d'Etudes, Université de Liège, 76 p
- Makanzu Imwangana (2014), Etude de l'érosion ravinante à Kinshasa. Dynamique pluvio-morphologique et développement d'un outil, Université de Kinshasa, 193p.
- Morgan R.P.C. (2005), Soil Erosion and Conservation, Blackwell Publishing, 3e édition, Oxford, 304 p.
- Masens-Da-Musa (1997), Etude phytosociologique de la région de Kikwit(Bandundu, RDC), Université Libre de Bruxelles, Faculté des Sciences, 398 p.
- Mbala N. et Mabweta K. (1990), Essai d'une étude physique des sables de Kikwit, In « Pistes et Recherches », ISP Kikwit, Vol.5. n°5, pp.239-280.

- Mubanga N. et Kakesa K. ((1999), Cartographie de la trave viaire Secteur Sud-Ouest de la ville, Commune de Kazamba, In « Pistes et Recherches », ISP Kikwit, Vol. 14, n°1, pp111-119.
- Mubanga N.G Aloni K.J. Makanzu I.F. (2024), Dynamique des risques d'érosion ravinante des terres marginales de la commune rurale d'Idiofa (Kwilu/RD.Congo) Journal Africain des Sciences, Volume 1, pp. 37-47.
- Muhindo S. (2011), Le contexte urbain et climatique des risques hydrologiques de la ville de Butembo (Nord-Kivu/RDC), Thèse de doctorat, Faculté d'Hydrologie, Université de Liège, 273 p.
- Mutungu K. (2015), Croissance urbaine et dégradation de l'environnement dans la commune de Lukemi à Kikwit (RD Congo), Mémoire de DEA, Université de Kinshasa, Faculté des Sciences, 180 p.
- Mutungu K. (2022), Les acteurs et les facteurs du phénomène d'érosion ravinante dans la ville de Kikwit (Province du Kwilu, République Démocratique du Congo). Perspectives d'aménagement durable, Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences et Technologies, Université de Kinshasa, 216 p.
- Mutungu K. Lelo N.F. Mpuru M.B. Miti T.F. Kisangala M.M (2024), Analyse de l'érosion ravinante dans le quartier Yonsi de la commune de Lukolela, Ville de Kikiwit (République Démocratique du Congo), Les acteurs et les facteurs du phénomène d'érosion ravinante dans la ville de Kikwit (Province du Kwilu, République Démocratique du Congo). Journal Africain des Sciences, Volume 1, pp. 57-68.
- Muya L. Ntombi M.K, et Holenu M.H. (2022), Détection, par télédétection satellitaire et SIG, d'érosion hydrique ravinante des sols, dans la partie basse de la Commune de Nsele, à l'Est de Kinshasa en République Démocratique du Congo, In « Revue Internationale du Chercheur », Volume 3, Numéro 4, pp.347-372.
- Mwanza M.A. (2012), Détection des ravins sur l'image satellitaire dans un bassin versant intra urbain de région tropicale. Mise au point méthodologique dans le bassin versant de la rivière Bumbu (Kinshasa, RDC), Mémoire de DEA en Sciences, Département des Sciences de la Terre, Université de Kinshasa, 118 p.
- Nicolai H. (1963), Le Kwilu : Etude géographique d'une région congolaise, CEMUBAC, Bruxelles, 472 p.
- Théotime Mutungu K., Francis Lelo N., René Mpuru M.B., Félicien Miti T. et Modeste Kisangala M, 2024 : Analyse de l'érosion ravinante dans le quartier yonsi de la commune de lukolela, ville de kikwit (republique democratique du congo), Journal Africain des Sciences, vol. 1, 1 (2024) pp. 57-68.
- Thomas Wouters et Eléonore Wolff, 2010 « Contribution à l'analyse de l'érosion intra-urbaine à Kinshasa (R.D.C.) », Belgeo [En ligne], 3 | 2010, mis en ligne le 15 décembre 2012, consulté le 21 décembre 2020.
URL: <http://journals.openedition.org/belgeo/6477>;
DOI : <https://doi.org/10.4000/belgeo.6477>

- Pedersen H.S., Hasholt B. (1995), "Influence of wind speed on rainsplash erosion", *Catena* 24, pp. 39-54.
- Pwema Kiamfu V., Madianganu Mantala V., Manikisa I., Christian Yaga N., Munganga Kilingwa C., Kavumbu Mutanda S., et Willy Lusasi S., 2019 : Faune Ichtyologique Exploitée Dans La Rivière Kwilu Dans La Ville De Kikwit : Tronçon Compris Entre Le Port Louise Et Le Pont Kwilu (R.D Congo), *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)*, Vol. 40 No. 1 August 2023, pp. 269-288.
- Roose E. et Lelong F. (1976). Les facteurs de l'érosion hydrique en Afrique tropical. Etudes sur petites parcelles expérimentales de sol. *Revue de géographie physique et de géologie dynamique*, (2), VOL., XVIII, FASC. 4, pp. 365-374,
- Wouters Th. et Wolff E. (2010), Contribution à l'analyse de l'érosion intra-urbaine à Kinshasa (RDC), In « *Revue Belge de Géographie* », pp.293-314
- Yamba Tshisungu K.P. (2016), Changement climatique et délimitation spatiale des zones vulnérables à l'aide de la télédétection. Etude du cas de l'espace urbain de Kananga (Kasai Central/RD Congo). <https://www.researchgate.net/publication/322163345>, pp.318-334.

Creative Commons licensing terms

Author(s) will retain the copyright of their published articles agreeing that a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0) terms will be applied to their work. Under the terms of this license, no permission is required from the author(s) or publisher for members of the community to copy, distribute, transmit or adapt the article content, providing a proper, prominent and unambiguous attribution to the authors in a manner that makes clear that the materials are being reused under permission of a Creative Commons License. Views, opinions and conclusions expressed in this research article are views, opinions and conclusions of the author(s). Open Access Publishing Group and European Journal of Social Sciences Studies shall not be responsible or answerable for any loss, damage or liability caused in relation to/arising out of conflicts of interest, copyright violations and inappropriate or inaccurate use of any kind content related or integrated into the research work. All the published works are meeting the Open Access Publishing requirements and can be freely accessed, shared, modified, distributed and used in educational, commercial and non-commercial purposes under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)