



EVALUATION SPATIALE DE L'ÉROSION EN NAPPE DANS LES QUARTIERS MATADI, NTOMBA, LIEUTENANT MBAKI, DIPIYA DANS LE BASSIN VERSANT DE LA RIVIERE BUMBU A KINSHASA

Massampu Mambote J¹, Nsuka Tekele G¹, Kambale Itanda R¹, Matumona Mbila M¹, Kanyinda Munsensa F¹, Ngeleto Mubiongo D¹, Makabi Molha J¹

1: Chercheurs de l'Institut Géographique du Congo, Kinshasa/RDC

Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.5281/zenodo.19976617>

Abstract

This study lays the foundation for a series of new studies in the city of Kinshasa, particularly in urban areas. Through this study, it is a question of evaluating erosion by diffuse runoff as a final phase which can lead to gullyng.

This study provides a certain amount of information on the triggering of erosions and their consequences in an inhabited area, in this case the commune of Bumbu.

However, if particular attention is not paid and significant financial resources are not involved, this natural phenomenon can continue to cause more significant consequences and larger-scale gullyng.

Taking into account the information collected on the study site, it is recommended that the means to be provided in the fight against erosion aim to raise awareness (or educate) the local population on the importance of planting grass in their plots, the limitation of paths, the method of subdivision, etc. which require very little resources, but significantly reduce the speed of surface runoff.

To succeed in this operation, it is necessary to intensify the training and education of the local population, who are called upon to adopt consistent behavior in the face of the erosion problem.

Keyword: assessment, erosion, diffuse runoff, gullyng

Résumé

Cette étude pose le fondement d'une série d'études inédites dans la ville de Kinshasa, notamment en milieu urbain.

A travers cette étude, il est question d'évaluer l'érosion par ruissellement diffus en tant que phase ultime qui peut conduire au ravinement.

La présente étude fournit un certain nombre d'informations sur le déclenchement des érosions et leurs conséquences dans une zone habitée, en l'occurrence la commune de Bumbu.

Toutefois, si une attention particulière n'est pas accordée et que les moyens financiers conséquents ne sont pas mis en jeu, ce phénomène naturel peut continuer à engendrer des conséquences plus importantes et un ravinement de plus grande envergure.

Tenant compte d'informations recueillies sur le site d'étude, il est préconiserons à ce que les moyens à fournir dans la lutte contre les érosions vise à conscientiser (ou instruire) la population locale, sur l'importance de la plantation de gazon dans leurs parcelles, la limitation des sentiers, le mode de lotissement, etc. qui exigent très peu de moyens, mais réduisent sensiblement la vitesse de ruissellement en surface.

Pour réussir cette opération, il faut intensifier la formation et l'instruction de la population locale, qui est appelée à adopter un comportement conséquent face au problème d'érosion.

Mot clé : évaluation, érosion, ruissellement diffus, ravinement

1. Introduction

Depuis quelques décennies, l'érosion constitue une sérieuse catastrophe qui menace la société congolaise. Son développement et son expansion dans plusieurs villes, passant des cités populaires aux cités planifiées, commence à inquiéter les bonnes consciences.

Le nombre des victimes causées par ce phénomène tant du point de vue social qu'économique s'accroît d'année en année.

Le ravinement peut être considéré comme une phase très avancée de l'érosion après s'être enfoncée dans le sol à cause de la concentration monodirectionnelle de l'écoulement des eaux de pluie. En effet, l'*érosion* est un ensemble des processus qui mobilisent les fragments de roche ou les particules de sol (au sens large) dont le moyen de transport diffère en fonction de matériaux et de la nature de l'écoulement mis en œuvre. Ainsi, selon qu'il est concentré ou diffus, l'écoulement détermine la nature, l'ampleur et la forme de l'érosion. Toutefois, le ravinement reste le type d'érosion le plus remarquable et le plus visible tant par ses marques dans le paysage que par ses effets et son impact sur l'habitant lorsqu'il affecte un milieu habité.

2. Problème

La majorité des travaux menés sur ce thème à Kinshasa ne concerne que le ravinement (KISANGALA, 1996; MWANZA, 1997; IKURU, 2002; KILOLO, 2005). Mais on oublie que *l'érosion se présente sous d'autres formes plus sinueuses peut-être* mais aussi dangereuses que le ravinement dans la mesure où elles sont imperceptibles dans leurs occurrences pendant que leurs effets cachés peuvent s'avérer plus dangereux encore.

En effet, il arrive que des murs d'enceinte ou de maisons s'écroulent sans que l'on sache pourquoi et comment. Alors que l'examen minutieux de près, laisse apercevoir que la fondation a été minée et mise hors de terre. Ceci n'est rien d'autre qu'un des résultats de l'érosion superficielle.

Telle est la raison du choix de cette étude sur cette forme d'érosion qu'est *l'érosion en nappe* dans un milieu urbain dominé par un ravinement spectaculaire.

3. Hypothèse

Les pertes de terres dues à l'érosion « en nappe » sont aussi importantes si pas plus que les pertes provoquées par les grands ravins. Les grands ravins sont à compter alors que cette érosion concerne presque toutes les rues de notre aire d'étude.

4. Objectifs et intérêt du sujet

Nos objectifs ont consisté :

- A la quantification de l'érosion en nappe dans la zone d'étude.
- En l'intégration et en la représentation des informations cartographiques et descriptives des composantes du milieu naturel dans un SIG en vue d'étudier le comportement hydrodynamique et érosif des sols. Ce qui nous a permis de créer une base des données à référence spatiale contenant des informations quantitatives nécessaires sur notre zone d'étude.

Ce travail revêt un double intérêt :

- 1°) Eveillez l'attention des autorités et de la population locale sur l'évolution de l'érosion en nappe dans ce secteur et les pousser à adopter un comportement responsable en rapport avec la lutte antiérosive.
- 2°) Prévenir la population sur les conséquences qui peuvent être à la base de ce phénomène notamment la perte des sols et la destruction des infrastructures qui pourraient occasionner des dépenses importantes.

5. Délimitation du sujet

Les observations ont été effectuées dans les quartiers Dipiya, Lieutenant Mbaki, Ntomba ainsi que Matadi tous situés à l'Est de la rivière Bumbu couvrant une superficie totale de 189 Ha entre le mois d'Aout 2025 et le mois de janvier 2026 soit en pleine saison des pluies. Cela nous a permis d'observer « en live » le ruissellement en nappe sur les différentes rues concernées par le phénomène.

6. Matériels

Les matériels ci-après ont été utilisés pour faire les mesures sur terrain

- GPS du type Garmin dont la précision varie entre 3 à 6 m en fonction du positionnement.
- Décimètre : pour des mesures telles que la longueur, la largeur et la profondeur des différentes sections.

➤ Un carnet de terrain pour écrire toutes les informations nécessaires.

7. Méthodologie

Pour atteindre les objectifs de cette étude, quatre méthodes ont été utilisées: - *La documentation*, elle a consisté à la consultation de différents ouvrages et documents qui ont traité du sujet notamment des facteurs environnementaux qui influencent l'érosion et les modes d'action de chacun de ces facteurs.

- *L'observation de terrain*, elle était consacrée à la découverte et connaissance du terrain de travail, pour cela nous avons sillonné toute la zone d'étude dans toutes les directions possibles, relevant certains aspects particuliers du secteur notamment type d'habitat, les activités dominantes de la population, le comportement de la population face aux érosions, le sens des écoulements des eaux sur les rues, etc.

- *La mesure de l'érosion en nappe sur les rues*, celle-ci était effectuée sur les rues partant de la rivière, jusqu'à un point où nous estimons être la limite du bassin versant. La rue concernée est subdivisée en différentes sections en fonction d'une certaine homogénéité observée. Dès que la différence du niveau du sol entre les parcelles et la rue devient notable, un repère est retenu pour servir de point de mesure. Est pris pour repère, une structure maçonnée ou en béton dont on connaît la date précise de construction. Ce qui permet d'évaluer la quantité de terres emportées par le *ruissellement*. Les éléments suivants nous ont servi de repère. Il s'agit des poteaux électriques, des câbles électriques et des tuyaux du réseau de distribution d'eau, jadis enfouis mais aujourd'hui exhumés, des murs ou colonnes en béton, etc. Au niveau de la rue, un point est pris de part et d'autre de sorte à avoir une section. Les coordonnées géographiques et la hauteur du niveau de sol, la longueur de la section et la largeur de la rue sont relevées. Elles ont servi entre autre à déterminer le volume de terres érodées par l'érosion sur la section. Pour plusieurs sections, on fait la somme des volumes pour obtenir le volume total de terres érodées sur toute la rue. Connaissant l'altitude des deux points extrêmes de la section, on calcule la différence entre ces deux points et avec la longueur de la section, nous calculons la pente de la section en utilisant le principe du triangle rectangle. Avec A et B, comme côtés opposés et C, l'hypoténuse, on sait que $A^2 + B^2 = C^2$ de sorte que $\alpha = \arctg \frac{AB}{BC}$. Connaissant la pente de chaque section, il y a lieu de déterminer la pente moyenne de la rue. Signalons que ces démarches sont faites pour toutes les rues.

- *Le traitement de l'information au laboratoire*, à cette étape, il est question de rapporter les différentes valeurs prélevées sur la carte géo référencée de notre zone d'étude. A l'aide du logiciel ARC-GIS, Une base des données sur l'état actuel de l'érosion superficielle dans la partie du bassin étudiée a été élaborée. Cela a permis de produire la carte de la situation.

8. DEFINITION DE QUELQUES CONCEPTS

- *Erosion*

Le terme « érosion » vient du verbe « éroder » qui signifie en latin « ERODERE ». Ce mot est traduit en français par « ronger ».

D'après le dictionnaire (Larousse de poche édition 2009), « éroder » signifie user par frottement, ronger lentement et « érosion », c'est l'action d'une substance ou d'un agent qui érode. Elle représente l'ensemble des phénomènes qui contribuent, sous l'action des agents naturels (l'eau, le vent, les glaciers, la vague) à modifier les formes du relief qui sont les sommets des plateaux, les rebords des plateaux, les talus, les corniches, les terrasses ainsi que les versants.

La modification de la forme du relief qu'apporte l'érosion se fait soit par ablation de matière soit par accumulation de la matière arrachée.

Sur un terrain à pente faible, l'érosion ne se fait sentir que lorsque la capacité d'absorption maximale (CAM) du sol est atteinte c'est-à-dire que les eaux de pluie ne peuvent plus s'infiltrer dans le sol car tous les réservoirs du sol sont totalement remplis.

Cet excédent en eau n'apparaît que lorsque l'intensité des pluies est supérieure à l'infiltrabilité de la surface du sol, soit lorsque la pluie arrive sur une surface partiellement ou totalement saturée par une nappe (NTOMBI 2009).

- *Ravine*

Petit ravin, une amorce d'un ravinement.

- *Ravinement*

Formation des sillons des ravines par des eaux de pluie sur des pentes dépourvues de végétation.

- Rigole

Canal étroit et en pente pour l'écoulement des eaux dont la profondeur peut aller jusqu'à 50 cm

8.1 Paramètres morpho métriques de la zone d'étude

A l'occasion de cette étude, d'autres paramètres du bassin versant ont été mesurés ou calculés. Il s'agit de

➤ La Superficie de la zone d'étude (A)

Pour notre travail, étant donné que nous avons une image satellite (Quick Bird) de la zone d'étude qu'on a scanné sur un logiciel SIG en occurrence ARC GIS et qui est géo référencée, nous avons tout simplement utilisé l'onglet "Measure" qui se trouve sur la barre des menus et avec le curseur, nous faisons le contour de toute notre zone d'étude, dès que nous revenons au point de départ, nous avons automatiquement la surface de la zone d'étude.

➤ Le Périmètre de la zone d'étude (P)

Nous, nous sommes servis d'un logiciel SIG pour évaluer ce périmètre.

➤ Indice de compacité (KG)

Cet indice permet de caractériser le milieu et permet de comparer les bassins versants entre eux.

C'est le rapport entre le périmètre du bassin à la circonférence du cercle ayant la même surface.

$$KG = \frac{P}{2 \cdot \sqrt{\pi \cdot A}}$$

KG = indice de compacité de Gravelius

A = surface de la zone d'étude (km²)

P = Périmètre de la zone d'étude (Km)

8.2 Les formes de l'érosion hydrique

8.2.1 L'érosion par impact de gouttes d'eau ou par splash

C'est un processus qui conduit à la destruction de la partie superficielle des sols nus. Ce processus constitue le point de départ du mécanisme de l'érosion et il est basé sur le transfert d'énergie cinétique qu'accumulent les gouttes d'eau pendant qu'elles tombent en chute libre et viennent percuter le sol avec une certaine vitesse.

8.2.2 Le ruissellement

Lorsqu'il pleut, l'eau qui tombe suit les étapes suivantes :

-Soit elle s'infiltré

-Soit elle s'évapore

-Soit elle est stockée au niveau de dépression superficielle du sol.

*Le *ruissellement* se manifeste par un écoulement à la surface des eaux de pluie, entraînant sur son passage les gouttelettes d'eau et les particules fines issues de l'érosion par splash ainsi que d'autres matériaux qui se retrouvent à la surface du sol.

8.3 Les causes du ruissellement

Pour que le ruissellement se manifeste, les facteurs qui sont à la base sont les suivants :

a. La pente

Sur une pente forte, l'infiltration est très minime voire inexistante. Aussitôt qu'il pleut, les eaux sont soit évaporées soit évacuées vers un exutoire à cause de la pente (supérieur à 10%).

b. La nature du sol

Sur une surface imperméable, même si la pente est très faible, au cours d'une pluie, il apparaît rapidement un écoulement à la surface. Tandis que sur un sol perméable tel est le cas du sable kalaharien de la région de Kinshasa, il ne peut apparaître un écoulement à la surface que lorsque la capacité d'absorption maximum (CAM) est atteinte c'est-à-dire que le sable s'est engorgé suffisamment d'eau et que tous les vides sont remplis c'est alors qu'il va apparaître un écoulement à la surface.

Mais pour que la capacité d'absorption maximum soit atteinte, il faut que la pluie atteigne l'intensité critique au cas contraire toutes les eaux qui tombent seront absorbées.

8.4 Les types de ruissellement

a. Ruissellement en nappe

C'est un écoulement étalé sur toute une surface mais en déplaçant, l'eau opère une ablation superficielle sans sillon. En d'autre terme, c'est un métayage qu'on qualifié aussi de ruissellement diffus c'est-à-dire un ruissellement lent. Ce type de ruissellement se manifeste sur des surfaces à faible pente entre 1-5% (V. CAILLIE, 1978).



Figure 1 : Ecoulement des eaux dans une rue après une forte pluie

b. Ruissellement par rigole

C'est un écoulement qui s'accompagne de creusement de petites incisions, sillons, chenaux de quelques centimètres de profondeur mais qui peuvent être effacés par les travaux culturaux. Ceci se manifeste sur une surface dont la pente est comprise entre 0 – 10% (V. CAILLIE 1978).

c. Ruissellement par ravinement

C'est un écoulement qui se caractérise par le creusement des sillons dont la profondeur est supérieure à 1/2m et la concentration des eaux de pluie sur ces sillons qui accentue d'avantage le creusement.

Ce genre d'écoulement se manifeste lorsque :

- ◆ Il y a des précipitations abondantes
- ◆ La pente est très grande (supérieure à 10%)
- ◆ Il y a manque de végétation c'est-à-dire que le sol est nu.

Le ravinement conduit à un paysage de type bad-lands c'est-à-dire sillonné par des ravins et difficilement traversable.

8.5 Les facteurs de l'érosion hydrique

Il est important de signaler que l'érosion hydrique est le résultat d'une interaction du climat, de la nature du sol, des formes du relief, du couvert végétal et de l'activité anthropique. Selon un rapport publié par l'organisation internationale de la conservation du sol (OICS 2002), toute modification spatiale et temporelle de cette interaction provoquerait une amplification de l'érosion.

➤ **Facteur topographique ou l'influence de la pente (LS)**

Le paramètre « pente » constitue l'un des facteurs fondamentaux pour expliquer l'importance du phénomène d'érosion. La longueur, la raideur de la pente ont un rôle important dans le déclenchement des phénomènes de l'érosion. Un rapport de la FAO (1994) stipule que l'érosion moyenne par unité de surface croît avec la longueur de la pente.

Signalons que la forme de la pente a aussi une influence sur le mécanisme de l'érosion. Sur une pente concave, l'érosion est moins intense que sur une pente rectiligne et sur cette dernière, elle est aussi moins grave que sur une pente convexe (ROOSE, 1999).

➤ **L'intensité des précipitations ou l'érosivité des pluies (R)**

La pluie reste en effet l'agent potentiel de l'érosion hydrique. Elle dépend surtout de l'intensité des pluies et de la durée de celle-ci. La CAM du sol est aussi un facteur déterminant sur le déclenchement du ruissellement car on ne peut avoir un mouvement de masse d'eau à la surface que lorsque le sol a suffisamment absorbé de l'eau. Ainsi, plus grande est l'intensité des pluies et plus longue dure cette pluie, plus on a le ruissellement. L'énergie cinétique qui en résulte est fonction du diamètre des gouttes et de la distance parcourue.

L'efficacité de l'érosivité face aux processus d'érosion est liée aux rôles que cette dernière joue dans le détachement des particules des sols et aussi dans la formation des écoulements superficiels.

➤ **L'érodibilité des sols (K)**

Ce facteur représente la sensibilité d'un sol à l'arrachement et au transport des particules qui le composent. Ce paramètre est caractérisé par la résistance au splash et au cisaillement, mais plusieurs autres paramètres sont aussi à considérer dans l'étude de la sensibilité du sol à l'érosion, nous avons : la capacité à l'infiltration, la structure, la texture, la teneur en matière organique.

L'érodibilité n'est pas homogène dans l'espace, elle évolue dans le temps et en fonction des saisons, des caractéristiques du sol et des pratiques culturales.

➤ **Facteur d'aménagement**

Les travaux culturaux ont une certaine influence sur le risque d'érosion du sol. Dans ces travaux, on considère la profondeur, la direction, la période de labour et le type de matériaux utilisés. En effet, le travail du sol limite l'érosion s'il dérange le moins possible la végétation ou les résidus de surface. Barthes et Al (1998) ont démontré en 1998 que le ruissellement et les pertes en sol sont plus importantes sur une parcelle labourée, et moins importantes sur parcelle labourée superficiellement.

D'après Roose et Georges, le billonnage cloisonné en courbe de niveau améliore le stock d'eau du sol et réduit ainsi l'impact érosif des eaux de surface. De plus, un rapport de la FAO (1994) souligne que les techniques biologiques (couverture maximum du sol, usage d'engrais, paillage, plantes de couverture, ...) sont plus efficaces par rapport aux techniques mécaniques qui sont du reste très coûteuses mais aussi difficiles à entretenir.

➤ **Facteurs anthropiques**

L'érosion est devenue essentiellement une conséquence directe de l'activité de l'homme qui se confirme de plus en plus.

Le facteur principal de la dégradation des sols, l'homme peut être à l'origine du déclenchement et de l'accélération de l'érosion par ses actions de défrichement des forêts, incendies, surpâturages et pratiques culturales.

De plus, les aménagements routiers et urbains augmentent les surfaces imperméables, exacerbent les inondations, favorisent le ruissellement et donc constituent un facteur d'entraînement du sol.

9. LES FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX ET L'ÉROSION DANS LE BASSIN VERSANT DE LA BUMBUI

Plusieurs modèles d'évaluation de l'érosion existent entre autres, le modèle universel de Wischmeier. Ce modèle constitue en effet, une représentation simplifiée de la réalité. Il permet d'analyser des systèmes complexes, sert parfois de complément aux mesures, permet une extrapolation dans le temps et dans l'espace et peut combiner différents facteurs (Y. Georges, 2004).

Selon ce modèle (ROOSE, 2004), l'érosion est une fonction multiplicative de l'érosivité des pluies (R) que multiplie la résistance du milieu, laquelle comprend le facteur d'érodibilité (K), la topographie (LS), les pratiques antiérosives (P), la couverture végétale et les pratiques culturales (C). Ainsi, la fonction s'écrit :

$$A = R * K * LS * C * P.$$

Mais, ces facteurs varient en fonction des conditions locales, ce qui constitue une limite car les résultats obtenus ne peuvent être généralisés sur des vastes surfaces dans le cadre de lutte antiérosive.

En outre, ce modèle renferme quelques limites intrinsèques telles qu'il ne s'applique qu'à l'érosion en nappe c'est-à-dire sur des surfaces dont la pente est comprise entre 1-20% (ROOSE, 1994).

➤ La pente (LS)

Ce facteur est très déterminant sur le ruissellement et l'érosion. BATTI et DEPRAETE (2007) ont admis que, l'érosion moyenne sur une unité de surface croît avec la longueur de la pente et expliquent par la même occasion que les pentes les plus longues permettent une plus forte accumulation de ruissellement, ce qui augmente l'énergie globale de ruissellement et les possibilités de détachement et de transport.

Dans notre zone d'étude, la pente moyenne par rue varie entre 3 – 12,6 %. C'est une pente favorable pour occasionner un ruissellement permanent lors des précipitations. Ainsi, le facteur pente a une grande influence sur le ruissellement, le détachement et le transport des matériaux dans le bassin versant de la rivière Bumbu.

Dans ses études, V. CAILLIE (1978), avait subdivisé les zones collinaires de Kinshasa à trois ensembles en fonction de la pente :

- Zone dont la pente est comprise entre 1-5 % : ruissellement diffus ou en nappe, sans travail important sur le sol.
- Zone de pente entre 1-10 % : ruissellement par rigole, formation des sillons dont la profondeur peut atteindre 50 cm
- Zone de pente supérieure à 10 % : début de ravinement, le transport des matériaux devient assez important et, il y a une forte concentration des eaux ; formation des ravins dont la taille peut atteindre plusieurs mètres.

Tableau n°1 Répartition de la surface en fonction de la pente dans la zone d'étude

Pente (%)	Surface(Ha)	Surface (%)
0 - 5	85,8	39%
5 - 10	48,9	27%
10 -15	24,8	16%
15 - 20	23,3	12%
20 - 25	5,7	2%
Total	189	96%

Ce tableau donne une idée sur la manière dont les surfaces sont réparties en fonction de la pente. Ceci montre que environs 2/3 de la surface se retrouve à plus de 5 % de la pente donc, sujet au ruissellement lors des précipitations.

Selon une étude menée par le Bureau d'Etude et d'Aménagement Urbain (BEAU), le seuil de saturation en densité humaine dans les zones de pente à Kinshasa se présente de la manière suivante :

- Secteur de pente inférieure à 4 % : seuil de saturation 240 hab/ ha soit 24000 hab/ Km²
- Secteur de pente entre 4-8 % : 50 à 150 hab/ ha soit 5000 à 15000 hab/ Km²
- Secteur de pente supérieur à de 8 % : laisser la végétation.

La non observance de ces principes constitue un des facteurs aggravant les érosions dans le bassin versant de la rivière Bumbu.

➤ Les pratiques culturales et la couverture végétale

1. Les pratiques culturales (C)

Ce paramètre permet de prendre en compte, le fait que les pluies agissent de manière proportionnelle sur le sol nu que sur le sol couvert. C'est la grande caractéristique de la culture. Ce paramètre est contrôlé par la nature et la succession des cultures, le degré de fertilisation minéral ou organique.

Le rapport de perte en terre dans un sol cultivé dans les conditions bien définies à celui d'un sol en jachère continuellement travaillé.

NB. Toutes les autres conditions étant égales, les valeurs de C sont :

- C= 1 sur un sol dénudé
- C= 0,001 – 0,01 sur forêt plus ou moins dense
- C= 0,01 – 0,05 sur prairie et savane

Nous abordons une comparaison objective pour les deux premiers cas c'est-à-dire sur le sol dénudé et sur forêt plus ou moins dense.

1^{er} cas : C= 1 Sol nu

Ce milieu réunit les conditions aggravant l'érosion car, il met directement en jeu l'effet de l'impact des gouttes et du ruissellement sur un terrain tel que le bassin versant de la rivière Bumbu.

L'absence de la couverture du sol par la végétation a comme effet important, l'augmentation de l'énergie cinétique des gouttes d'eau et par conséquent, l'augmentation de la battance du sol avec toutes les conséquences qui peuvent en découler notamment :

- changement de structure du sol en surface
- faible infiltration
- ruissellement élevé...

2^e cas C = 0,001 – 0,01 Forêt plus ou moins dense

Il est à signaler que l'importance de la végétation dans la lutte contre les écoulements divaguant et les pertes de sol n'est plus à démontrer. Plusieurs recherches sur la lutte contre les érosions ont démontrés l'affirmation ci haut telle que « les rôles des dispositifs antiérosifs dans l'occupation des versant à Kinshasa ». J. LOKWISHA, 1999 «Efficacité des techniques de lutte antiérosive employées à Kinshasa» par KILOLO, 2005.

Le niveau d'intervention de la forêt se situe dans sa nature, qu'elle soit sèche ou humide. La végétation se présente toujours comme la formation la plus conservatrice qu'il s'agisse de l'eau ou du sol.

Les feuilles souvent en forme de parapluie, constituent les points de ralentissement des gouttes d'eau; par conséquent diminuent aussi l'énergie cinétique. Le sous-bois fixe et défend le sol, tandis que l'humus qui provient des feuilles mortes consolide la structure du sol.

2. Importance de ces valeurs

Ces coefficients sont utilisés pour :

- estimer les pertes de sol,
- comparer différents systèmes agricoles,
- identifier les zones à risque d'érosion,
- proposer des mesures de conservation des sols.

3. Le couvert végétal

Un sol nu ou à faible couverture végétale ou des résidus, augmente le risque d'érosion. La végétation ainsi que les résidus protègent le sol contre l'impact des gouttes d'eau et de l'éclaboussement. Cette dernière tend à ralentir la vitesse d'écoulement et permet une meilleure infiltration.

Il y a des facteurs qui interviennent pour une bonne efficacité du couvert végétal ; il s'agit notamment du type de l'étendu et de la densité de la couverture végétale. Plus importante est la végétation, plus important aussi seront

les résidus et c'est le moyen le plus efficace pour réduire les pertes de sol. Les racines des plantes ont aussi leurs importance parce qu'elles facilitent l'infiltration (ARNOLD et al. 1989).

L'urbanisation spontanée du bassin versant de la rivière Bumbu, avait comme conséquence, entre autre le déboisement massif de la couverture du sol, laissant le sol nu et par conséquent, le risque de l'érosion a aussi augmenté.

10. Détermination de la quantité maximum de précipitation par la méthode de GUMBEL pour une période de retour de 30 ans

Tableau n° 2 Intensité max des pluies pendant 5'

Année	Rang	Intensité 5'
1989	1	12,9
1990	2	12,8
1991	3	12,7
1992	4	12,5
1993	5	12
1994	6	12
1995	7	11,5
1996	8	11,3
1997	9	10,8
1998	10	10,6
1999	11	10,2
2000	12	10,1
2001	13	9
2002	14	11,3
2003	15	10,9
2004	16	10,75
2005	17	12,4
2006	18	13,5
2007	19	14,1
2008	20	13,3
2009	21	15
2010	22	16,8
2011	23	17
2012	24	18,5
2013	25	17,2
2014	26	15,6
2015	27	17
2016	28	16,6
2017	29	18,2
2018	30	21
2019	31	17,6
2020	32	19

Source : Metelsat/ Kin Binza 2025

- Calcule de la moyenne et de l'écart type

$$\bar{X}=13,8$$

$$\sigma=3,142$$

- Variable réduite de Gumbel

$$Y_t = -\ln[-\ln(1 - \frac{1}{T})]$$

$$Y_t = 3,447$$

- Facteur de fréquence

$$K_t = 2,24$$

- Intensité maximale

$$I_t = 20,9 \text{ mm}^3/\text{h}$$

Nous allons transformer cette valeur en litre/ ha/ seconde,

1 mm³ d'eau de pluie vaut 1 litre d'eau absorbé sur une superficie de 1 m² pendant une seconde

$$1 \text{ ha} = 10.000 \text{ m}^2$$

$$\text{Intensité réelle sera : } \frac{\text{Apports} * 1 \text{ ha}}{5' * 60''}$$

$$\text{Intensité} = 696,66 \text{ l/ ha/ sec}$$

Or notre site d'étude mesure 5,9 km² soit 590 ha ainsi, la quantité max de précipitation qui tombe dans la zone d'étude lorsqu'une pluie de 5' tombe c'est : **375487,897 l/ sec**. Cette quantité traduit le niveau d'exposition de cette zone à l'érosivité des pluies, aussi elle est importante dans le cadre de l'aménagement urbain (dimensionnement des caniveaux, construction des barrages...). Cette valeur représente 375487,897 kg ainsi une telle quantité sur une zone d'une telle pente, la vitesse d'écoulement qui en découle et énorme par conséquent une énergie cinétique élevée capable d'entraîner aussi une grande quantité des matériaux.

11. EVALUATION DE L'EROSION EN NAPPE DANS LES QUARTIERS MATADI, NTOMBA, LIEUTENANT MBAKI ET DIPIYA DANS LE BASSIN VERSANT DE LA RIVIERE BUMBU

1. Présentation des résultats par rue

Tableau n°3 : dimensions et pente des rues

N°	Rue	longueur (m)	largeur (m)	Pente moyenne (%)
1	Kimayala	1813	5	7,8
2	Ndungini	1720	9	5,3
3	Luyindula	1679	4	3,9
4	Landu	1783	10	4,2
5	Zongo	1760	4	9,3
6	Mabeka	1810	6	6,8
7	Luvambanu	1795	5	4,2
8	Kisielele	1765	6	4
9	Kindinga	1620	5	3,18
10	Lungueni	1522	5	6,4
11	Tuwisana	1556	6	3,9
12	Souvenir	1363	4	3,1
13	Masengi	1374	6	7,7
14	Révolution	1491	15	9,6
15	Ngeba	2011	6	3
16	Mabuana	1773	6	3,4
17	Luyeye	1965	4	7,2
18	Mpanzu	1695	4	7,3
19	Ngufu	1554	6	11,7
20	Tatamena	1676	6	12,3

21	Kimpese	1701	4	12,6
22	Manifeste	916	6	11,3
23	Ngungu	881	3,5	10
24	Kinzonzi	803	6	9,9
25	Kimvuidi	819	15	10,2
26	Ntualani	495	4	12
27	Ngeba	578	5	6,7

2. Présentation et interprétation des résultats sur les érosions à Bumbu

		Indice de compacité ($KG = \frac{P}{2 \cdot \sqrt{\pi \cdot A}}$)
Périmètre (km)	Surface (km ²)	
6,72	189	0,86

KG = 0,86 il est proche de 1 donc notre zone d'étude à une forme circulaire



Figure2 Présentation de la zone d'étude

Rue KIMAYALA

Pour les 5 sections qui constituent les profils où nous avons retrouvé les points qui nous ont servi de référence et permis d'évaluer l'érosion depuis un certain temps, nous avons une distance totale de 193 m qui représente une section* totale de 978 m² soit 0.0978 ha. Pour chaque section, nous avons déterminé le volume des matériaux érodés par la formule : **section * profondeur de la section**. Ainsi pour toute la distance, le volume érodé c'est la somme des volumes de toutes les sections soit 266,81 m³ ou 266,81 Tonnes.

Pour chaque section, à partir de l'année prise comme référence jusqu'en 2025, l'année pendant laquelle nous avons effectué les mesures, on calcule le nombre d'année et pour toutes les sections, on cherche la moyenne.

Pour le cas échéant, elle est de 26 ans. Ce qui veut dire sur une section de 0,978 ha le volume érodé pendant 26 ans est 266,81 T.

Quel est le volume érodé sur 1 ha en une année ?
aura : $266,81 / 0,0978 / 26 = 104,927 \text{ T/ha/an}$.

on

Rue NDUNGINI

Nombre des sections : 5 pour une durée moyenne de 29,6 ans
le volume total des matériaux érodés : 119 T/ ha/ an

Rue MABEKA

Nombre des sections : 6

Durée moyenne :
volume total érodé : 133 T/ ha/ an

Rue MASENGI

Nombre des sections : 6

Durée moyenne :
volume total érodé : 87,9T/ ha/ an

Rue REVOLUTION

Nombre des sections : 5

Durée moyenne : 23 ans
volume total érodé : 66 T/ ha/ an

Rue MABUANA

Nombre des sections : 5

Durée moyenne : 21,6 ans
volume érodé : 151 T/ ha/ an

Rue NGEBA

Nombre des sections : 5

Durée moyenne : 18 ans
volume érodé : 78,7 T/ ha/ an

Rue LUVAMBANU

Nombre des sections : 6

Durée moyenne : 20,7 ans
volume érodé : 107,5 T/ ha/ an

Rue NGUNGU

Nombre des sections : 4

Durée moyenne : 27,5 ans
volume érodé : 167,8 T/ ha/ an

Rue KIMPESE

Nombre des sections : 6

Durée moyenne : 23,5 ans
volume érodé : 64 T/ ha/ an

3. Résultats globaux

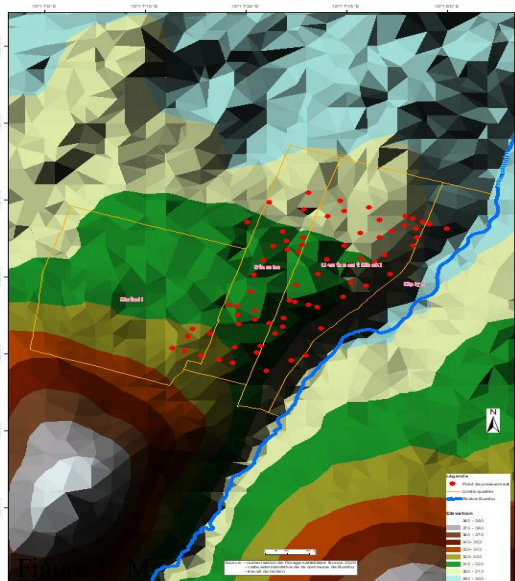


Figure 2 modèles numériques de la zone d'étude

Tableau n° 4 Les données générales de la zone d'étude

Rue	Section moyenne (m ²)	Volume moyen (m ³)	pente moyenne (%)	durée moyenne (ans)
Kimayala	978	266,81	27	26
Ndungini	2310	819,7	19,1	29,6
Mabeka	3059	724	7,7	17,5
Masengi	3900	816	8,3	23,2
Revolution	7500	1140	10,66	23
Mabuana	3420	1116	9,3	21,6
Ngeba	2760	424,5	9,4	18
Luvambanu	1875	445	8,6	20,7
Ngungu	1524	686	2,9	27,25
Kimpese	2544	378	6,3	23,5
moyenne	2987	681,6	10,9	23,04
ecart type	1810,8	302,6		
coef var	0,6	0,44		

Sur une superficie moyenne de 0,2987 ha, un volume de 681,6 T a été érodé pendant 23,04 ans soit un volume de 30 T/ an. Si nous pouvons étendre cette valeur sur toute la zone d'étude soit une superficie de 189 Ha, un volume moyen de 431 276 T en 23 ans sera érodé sur toute la zone d'étude et soit une quantité totale de 18 718 T/ an de sable emporté.

Ce qui est une quantité importante, étant donné que le transport des matériaux ne se fait pas de manière uniforme sur toute la zone, il y a des parties qui sont plus affectées et d'autres en sont moins.

Ceci traduit la gravité de la situation à laquelle cette partie est exposée d'où la prise de conscience de la population ainsi que des mesures conséquentes doivent être prises par les autorités compétentes pour lutter contre ce phénomène.

12. CONCLUSION GENERALE

Le présent travail pose le fondement d'une série d'études inédites à Kinshasa, notamment en milieu urbain.

A travers cette étude, nous nous sommes proposés d'évaluer l'érosion par ruissellement diffus en tant que phase ultime qui peut conduire au ravinement.

Cette étude ne constitue pas pour l'instant un travail complet suffisant. Les mesures que nous effectuons se limitent à l'évaluation quantitative des matériaux du sol affectés par l'érosion superficielle.

Le présent travail a fourni un certain nombre d'informations sur le déclenchement des érosions et leurs conséquences dans une zone habitée, en l'occurrence la commune de Bumbu. Ainsi, il peut être utilisé par la classe dirigeante comme un outil précieux dans la lutte contre ce phénomène naturel afin d'éviter à la population les conséquences aussi énormes telles que énumérées dans ce travail.

Toutefois, si l'on n'accorde pas une attention particulière et que l'on ne met pas en jeu des moyens financiers conséquents, ce phénomène naturel peut continuer à engendrer des conséquences plus importantes et un ravinement de plus grande envergure.

Tenant compte d'informations recueillies sur le site de notre étude, nous préconiserons à ce que les moyens à fournir dans la lutte contre les érosions vise à conscientiser (ou instruire) la population locale, par exemple, sur l'importance de la plantation de gazon dans leurs parcelles, la limitation des sentiers, le mode de lotissement, etc. qui exigent très peu de moyens, mais réduiraient sensiblement la vitesse de ruissellement en surface.

Pour réussir cette opération, il faut nécessairement intensifier la formation et l'instruction de la population locale, qui est appelée à adopter un comportement conséquent face au problème d'érosion.

BIBLIOGRAPHIE

1. C. Collet, 2004, Système d'information géographique en mode d'image, Presse Polytechniques et universitaires Romandes.
2. DELPHINE, 2007, Détection des ravins et évaluation du risque érosif sur le Mont-Amba à Kinshasa, Mémoire, Ulb, Belgique.
3. IKURU, 2002, Etude du phénomène de ravinement dans le quartier BIYELA, commune de Kimbanseke à Kinshasa, Tfc, Fac des Sciences, Unikin, Inédit.
4. J. CLOROWICZ et D. JEAN PAUL, 1994, La Télédétection et la Cartographie géomorphologique et géologique, collection Géosciences, éditeurs, Paris.
5. KILOLO, 2005, Efficacité des techniques de lutte antiérosive employées à Kinshasa. Mémoire, Unikin, Fac des Sciences, Inédit.
6. KAPAGAMA, 2009, « Pauvreté et érosion : l'impact de l'érosion sur la pauvreté »
7. KISANGALA, 1996, L'évolution du ravinement dans la zone de Kisenso de 1972 à 1996. Cas du quartier NGOMBA, Tfc, Fac des Sciences, Unikin, Inédit.
8. MALUKU, 2000, Le coût de la lutte contre les érosions ravinantes à Kinshasa : Erosion MATABA, Tfc, Fac des Sciences, Unikin, Inédit. 9. MANANASI, 2004, L'aménagement urbain face aux érosions ravinantes dans les communes collinaires de la ville de Kinshasa. Mémoire, l'Unikin, Fac des Sciences, Inédit.
9. MITI T, 1979, Etude de l'érosion par le splash à Kisanga (Sous région de Lubumbashi) pendant la saison des pluies 1978-1979. Mémoire, Unilu, Inédit.
10. MWANZA, 1997, Problématique du ravinement à Kinshasa : Cas du quartier Camp LUKA, Tfc, Fac des Sciences, Unikin, Inédit.
11. MWANZA et KONO, 2002, Etude du risque d'érosion dans le bassin versant de la rivière Bumbu à Kinshasa, Mémoire Unikin, Fac des Sciences, Inédit.
12. Pic, Mai 2009, Détection suivi et Analyse de l'érosion à Kinshasa par Télédétection satellitaire: base des données géographiques.
13. Réseau érosion, bulletin 1999, Influence de l'homme sur l'érosion, édit IRD.
14. V. CAILLIE, 1983, Hydrologie et Erosion dans la région de Kinshasa, Thèse de Doctorat; Katholieke Univesiteit Leuven, 249-273p, 278p
15. MBOMBA, 2003, Essai d'estimation de l'érosivité des pluies sur le Mont-Amba basée sur les données pluviométriques. Tfc, l'Unikin, Fac des Sciences, Inédit.