

# Revue Ivoirienne de Géographie des Savanes



# RIGES

[www.riges-uao.net](http://www.riges-uao.net)

**ISSN-L: 2521-2125**

**ISSN-P: 3006-8541**

**Numéro 18**

**Juin 2025**



Publiée par le Département de Géographie de l'Université Alassane OUATTARA de Bouaké

# INDEXATIONS INTERNATIONALES



<https://journal-index.org/index.php/asi/article/view/12202>

**Impact Factor: 1,3**

## SJIF Impact Factor

<http://sjifactor.com/passport.php?id=23333>

**Impact Factor: 8,333 (2025)**

**Impact Factor: 7,924 (2024)**

**Impact Factor: 6,785 (2023)**

**Impact Factor: 4,908 (2022)**

**Impact Factor: 5,283 (2021)**

**Impact Factor: 4,933 (2020)**

**Impact Factor: 4,459 (2019)**

## ADMINISTRATION DE LA REVUE

### *Direction*

**Arsène DJAKO**, Professeur Titulaire à l'Université Alassane OUATTARA (UAO)

### *Secrétariat de rédaction*

- **Joseph P. ASSI-KAUDJHIS**, Professeur Titulaire à l'UAO
- **Konan KOUASSI**, Professeur Titulaire à l'UAO
- **Dhédé Paul Eric KOUAME**, Maître de Conférences à l'UAO
- **Yao Jean-Aimé ASSUE**, Maître de Conférences à l'UAO
- **Zamblé Armand TRA BI**, Maître de Conférences à l'UAO
- **Kouakou Hermann Michel KANGA**, Maître de Conférences à l'UAO

### *Comité scientifique*

- **HAUHOUOT Asseypo Antoine**, Professeur Titulaire, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)
- **ALOKO N'Guessan Jérôme**, Directeur de Recherches, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)
- **BOKO Michel**, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi (Benin)
- **ANOH Kouassi Paul**, Professeur Titulaire, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)
- **MOTCHO Kokou Henri**, Professeur Titulaire, Université de Zinder (Niger)
- **DIOP Amadou**, Professeur Titulaire, Université Cheick Anta Diop (Sénégal)
- **SOW Amadou Abdoul**, Professeur Titulaire, Université Cheick Anta Diop (Sénégal)
- **DIOP Oumar**, Professeur Titulaire, Université Gaston Berger Saint-Louis (Sénégal)
- **WAKPONOU Anselme**, Professeur HDR, Université de N'Gaoundéré (Cameroun)
- **SOKEMAWU Koudzo**, Professeur Titulaire, Université de Lomé (Togo)
- **HECTHELI Follygan**, Professeur Titulaire, Université de Lomé (Togo)
- **KADOUZA Padabô**, Professeur Titulaire, Université de Kara (Togo)
- **GIBIGAYE Moussa**, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi (Bénin)

## EDITORIAL

La création de RIGES résulte de l'engagement scientifique du Département de Géographie de l'Université Alassane Ouattara à contribuer à la diffusion des savoirs scientifiques. RIGES est une revue généraliste de Géographie dont l'objectif est de contribuer à éclairer la complexité des mutations en cours issues des désorganisations structurelles et fonctionnelles des espaces produits. La revue maintient sa ferme volonté de mutualiser des savoirs venus d'horizons divers, dans un esprit d'échange, pour mieux mettre en discussion les problèmes actuels ou émergents du monde contemporain afin d'en éclairer les enjeux cruciaux. Les enjeux climatiques, la gestion de l'eau, la production agricole, la sécurité alimentaire, l'accès aux soins de santé ont fait l'objet d'analyse dans ce présent numéro. RIGES réaffirme sa ferme volonté d'être au service des enseignants-chercheurs, chercheurs et étudiants qui s'intéressent aux enjeux, défis et perspectives des mutations de l'espace produit, construit, façonné en tant qu'objet de recherche. A cet effet, RIGES accueillera toutes les contributions sur les thématiques liées à la pensée géographique dans cette globalisation et mondialisation des problèmes qui appellent la rencontre du travail de la pensée prospective et de la solidarité des peuples.

**Secrétariat de rédaction  
KOUASSI Konan**

## COMITE DE LECTURE

- KOFFI Brou Emile, Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- ASSI-KAUDJHIS Joseph P., Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- BECHI Grah Félix, Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- MOUSSA Diakité, Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- VEI Kpan Noël, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- LOUKOU Alain François, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- TOZAN Bi Zah Lazare, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- ASSI-KAUDJHIS Narcisse Bonaventure, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- SOKEMAWU Koudzo, Professeur Titulaire, U L (Togo)
- HECTHELI Follygan, Professeur Titulaire, U L (Togo)
- KOFFI Yao Jean Julius, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- Yao Jean-Aimé ASSUE, Maître de Conférences, UAO
- Zamblé Armand TRA BI, Maître de Conférences, UAO

## Sommaire

<p><b>Kouamé Firmin KOSSONOU, Akoua Assunta ADAYÉ, Kiyofolo Hyacinthe KONÉ</b></p> <p><i>Adaptations des riziculteurs face aux contraintes agricoles dans la région de l'Agnéby-Tiassa (sud de la Côte d'Ivoire)</i></p>	9
<p><b>HASSANE KAKA Ibrahim</b></p> <p><i>Contribution de la géomatique dans la résolution des problèmes d'inondation dans la ville de Tahoua, Niger</i></p>	32
<p><b>Cheldon-Rech NKALA-KOUTIA, Guerchinie Vardhelle E. NKOUNKOU, Christ Charel NZIHOU-TSIMBA</b></p> <p><i>Technologies de l'environnement : cartographie des têtes d'érosion et analyse de l'efficacité des méthodes antiérosives face aux risques environnementaux dans le quartier Nkombo à Brazzaville (R. Congo)</i></p>	53
<p><b>Thomas Mathieu DIABIA</b></p> <p><i>Disponibilité en eau potable et observation de l'hygiène des mains dans la ville de Bouaflé (Centre-ouest de la Côte d'Ivoire)</i></p>	77
<p><b>Abdoul Aziz DOUBLA 1</b></p> <p><i>Migrations hydriques et gestion collective des eaux souterraines, une crise cachée dans le bassin versant du Mayo-Tsanaga (Extrême-Nord Cameroun)</i></p>	93
<p><b>BALOUBI Makodjami David</b></p> <p><i>Gouvernance du foncier urbain à Akpro-Misséré (Sud-Est du Bénin) : enjeux et perspectives</i></p>	118
<p><b>KOUA-OBA Jovial</b></p> <p><i>Condition de vie et résilience des étudiants migrants à Brazzaville</i></p>	136
<p><b>Labaly TOURE, Moussa SOW, KOFFI Yéboué Stéphane Koissy, Mouhamadou Lamine Diallo</b></p> <p><i>Analyse spatiale de la typologie et des modes de résolution des conflits fonciers dans les régions de Kaolack et Kaffrine (Centre du Sénégal)</i></p>	153
<p><b>KONÉ Diaba, ZUO Estelle épouse DIATE, KOFFI Brou Émile</b></p> <p><i>Problématique d'accès aux structures sanitaires publiques dans l'espace rural et urbain de la sous-préfecture de Bouaké (Centre, Côte d'Ivoire)</i></p>	172

<b>Assane DEME, Frédéric BATIONO,</b> <i>L'exploitation des périmètres maraîchers dans la commune de Tenado au Burkina Faso : entre contraintes de gestion de l'eau et stratégies d'adaptations des usagers</i>	189
<b>Konan Norbert KOFFI, Affoué Sonya ALLA, Tchan André DOHO BI</b> <i>Aménagement des périphéries urbaines et déterminants de l'insuffisance des infrastructures et équipements de base à Katiola (Centre-Nord Côte d'Ivoire)</i>	210
<b>SIP Sié Jean Pierre</b> <i>Les enjeux de la décentralisation en Côte d'Ivoire : Quelle stratégie de gestion des problèmes environnementaux par les autorités municipales de la ville de Bouna ?</i>	228
<b>DONFACK Olivier</b> <i>Résilience énergétique et autonomie locale : le recours au solaire comme stratégie d'adaptation dans la ville de Bafoussam (Ouest-Cameroun)</i>	243
<b>BAKANA Adachi Larissa</b> <i>Mode de vie et santé des enfants en milieu défavorisé : cas des quartiers Case- Barnier, Itsali, Massina et Moutabala de l'arrondissement 7 Mfilou en république du Congo</i>	263
<b>BROU Hokouassi Kouassi Juste</b> <i>Les bâtiments logistiques dans la structuration spatiale en zone portuaire à Abidjan</i>	277
<b>AUBIN BEFRUDE SESSOMISSOU ADJAKIDJE, GBODJA HOUEHANOU FRANÇOIS GBESSO, SEDAMI IGOR ARMAND YEVIDE, GILDAS N'DIKOU IDAKOU, CAROLLE AVOCEVOU-AYISSO, ADANDE BELARMAIN FANDOHAN</b> <i>Connaissances et perceptions des populations locales sur les usages, la valorisation et l'introduction de <i>Ritchiea capparoides</i> (andrews) britten dans les espaces verts urbains au Bénin</i>	301
<b>DJENAISSSEM NAMARDE Thierry, AHOLOU Coffi Cyprien, NYONKWE NGO NDJEM Marie Louise Simone, ALLARANE Ndonaye</b> <i>Analyse de l'habitat dégradé dans les quartiers anciens d'Aného au Togo</i>	320
<b>BOKO Nouvêwa Patrice Maximilien, GOLO BANDZOUZI Alphonse Cédrique Bienvenu, DARE Gamba Nana, VISSIN Expédit W., HOUSSOU Christophe Sègbè, BŁAŚEJCZYK Krzysztof</b> <i>Evaluation de l'impact du bioclimat humain sur la prévalence des maladies diarrhéiques chez les enfants de 0 à 5 ans à Godomey (Abomey-Calavi, Bénin)</i>	341
<b>BOULY SANE, Tidiane SANE, Cheikh FAYE</b> <i>Potentiel hydrique et usages de la ressource en eau dans le bassin-versant d'Agnak (Basse Casamance méridionale, Sénégal)</i>	359

<p><b>ATOUNGA Macy Rick, PAKA Etienne, BERTON-OFOUEME Yolande</b></p> <p><i>Vendeurs et consommateurs des médicaments de la rue dans l'arrondissement 9 Djiri (Brazzaville, République du Congo)</i></p>	375
<p><b>SANGARÉ Nouhoun, GBOCHO Yapo Antoine, AFFORO Guy Matthieu Ettien</b></p> <p><i>Implications socio-économiques et spatiales du déploiement de la SOTRA dans la ville de Bouaké (Côte d'Ivoire)</i></p>	396
<p><b>Robert NGOMEKA, Clémence DITENGO, Dyvin Gloire Horis NKODIA</b></p> <p><i>Les déterminants d'occupation des zones à risques dans l'Arrondissement 7 Mfilou-ngamaba à Brazzaville (République du Congo)</i></p>	416
<p><b>KRAMO Yao Valère</b></p> <p><i>Analyse des facteurs incitatifs et répulsifs de recours aux centres de sante conventionnels dans la ville de Katiola (Centre Nord de la Côte d'Ivoire)</i></p>	430
<p><b>KOUTCHICO Patrice, GBENOU Pascal</b></p> <p><i>Les systèmes alimentaires territorialisés : une alternative durable aux systèmes agroindustriels ?</i></p>	452
<p><b>KOUASSI Charles Aimé, KOUAKOU Kouakou Philipps, KAMBIRE Bèbè</b></p> <p><i>Impacts environnementaux du fumage de poissons sur le front lagunaire Ebrié d'Abobo-Doumé (Abidjan, Côte d'Ivoire)</i></p>	468
<p><b>Florence BEIBRO AKA, SILUÉ Tangologo, YAPO Florence</b></p> <p><i>Le commerce des vivriers dans les petits marchés et l'autonomisation des femmes dans la ville de Korhogo</i></p>	491
<p><b>MIFOUNDU Jean Bruno, OKOUYA Claver Clotaire</b></p> <p><i>La précarité dans le quartier périphérique de Simba-pelle à Talangai-Brazzaville (République du Congo)</i></p>	506
<p><b>LINGUIONO Chelmyh Duplosin</b></p> <p><i>Commercialisation des poissons d'eau-douce frais par les commerçants détaillants sur le marché dédragage à Brazzaville (République du Congo)</i></p>	520
<p><b>Salé ABOU, Yakouba OUMAROU</b></p> <p><i>Déterminants de l'adoption des variétés de cultures résistantes à la sécheresse dans la région semi-aride de Kibwezi au Kenya</i></p>	538
<p><b>KOUAKOU Kan Rodrigue, TRA Bi Zamble Armand, DEMBELE Malimata</b></p> <p><i>Systèmes de culture du palmier à huile et de l'hévéa et transformation du paysage dans les départements de Bongouanou et d'Arrah (Centre-Est de la Côte d'Ivoire)</i></p>	555

<b>Tcheutchoua Tchendji Céline, Mediebou Chindji</b> <i>Dynamiques urbaines et mutations socio-spatiales dans la ville de Bafoussam-Cameroun</i>	568
<b>KOFFI Guy Roger Yoboué</b> <i>Femme et vivrier dans un contexte de redynamisation de l'économie des ménages ruraux dans la sous-préfecture de Katiola</i>	583
<b>Kanga Konan Victorien</b> <i>Le port d'Abidjan, un Hub port sur le Côte Ouest Africaine ?</i>	597
<b>KONE Tanyo Boniface, AYEMOU Anvo Pierre, APPIA Épse Niangoran Edith Adjo, KOUASSI Kouamé Sylvestre</b> <i>Quartiers périphériques à Bouaké (Côte d'Ivoire) : entre difficultés d'assainissement et risques environnementaux et sanitaires, cas du quartier Maroc</i>	615
<b>DOLLOU Andréa Cyrielle Blailatien, DIARRASSOUBA Bazoumana</b> <i>Les centres de santé de la ville de Yamoussoukro sous l'emprise d'une gestion mitigée des déchets biomédicaux</i>	628
<b>BRISSY Olga Adeline, KOUASSI Yao Privat, OURA Ahou Tatiana, KOUASSI Konan</b> <i>Malnutrition chez les enfants de moins de 5 ans et résilience des mères dans le District Sanitaire de Bouaké Nord-Est (Centre, Côte d'Ivoire) dans un contexte de reconstruction post-crise</i>	644
<b>Banto Fernand PEYENA, Yéboué Koissy Stéphane KOFFI, Joseph P. ASSI-KAUDJHIS</b> <i>Filière manioc et autonomisation économique des femmes dans les villages de la sous-préfecture d'Adiaké</i>	658
<b>Djiby SOW, Dimitri Samuel ADJONOHON, Tatiana MBENGUE, Cheikh Samba WADE, Madoune Robert SEYE, Derguène MBAYE, Moussa DIALLO, Lamine NDIAYE Pablo De ROULET, Jean Claude MUNYAGUA, Jérôme CHENAL</b> <i>Jeunes et fractures numériques à Saint-Louis (Sénégal) : entre inégalités territoriales, vulnérabilités sociales et dynamiques d'adaptation</i>	677
<b>Jean SODJI, Pierre OUASSA, Renaud Jean-Eudes Tundé MITCHOZOUNOU, Euloge OGOUWALE</b> <i>Vulnérabilité de l'agriculture paysanne face aux évènements hydro-climatiques dans la commune de Bonou au sud du Bénin (Afrique de l'Ouest)</i>	691
<b>Louis G. SOHE, Euloge OGOUWALE, Placide CLEDJO</b> <i>Régime hydrologique et processus d'eutrophisation de l'écosystème aquatique du lac Nokoué au sud du Bénin</i>	715
<b>OKA Koffi Blaise</b> <i>Prévalence du paludisme chez les exploitants de bas-fonds à Tiémékro (Centre-Est, Côte d'Ivoire)</i>	732

**TECHNOLOGIES DE L'ENVIRONNEMENT : CARTOGRAPHIE DES TÊTES  
D'ÉROSION ET ANALYSE DE L'EFFICACITÉ DES MÉTHODES  
ANTIÉROSIVES FACE AUX RISQUES ENVIRONNEMENTAUX DANS LE  
QUARTIER NKOMBO À BRAZZAVILLE (R. CONGO)**

**Cheldon-Rech NKALA-KOUTIA**, Attaché technique d'enseignement et de  
recherche

Université Denis SASSOU-NGUESSO

Université Marien Ngouabi

Laboratoire de science géographique d'environnement et d'aménagement (LAGEA)

**Email** : cheldonrechnkalakoutia@gmail.com

**Guerchinie Vardhelle E. NKOUNKOU**, Master,

Université Denis SASSOU-NGUESSO

**Christ Charel NZIHOU-TSIMBA**, Master,

Université Denis SASSOU-NGUESSO

*(Reçu le 5 mars 2025 ; Révisé le 30 Avril 2025 ; Accepté le 28 Mai 2025)*

**Résumé**

Le phénomène d'érosion hydrique fait partie intégrante des principaux phénomènes naturels liés aux précipitations, dont le processus part de la dégradation de la roche mère. L'évolution de ce phénomène a des impacts conséquents sur plusieurs enjeux à savoir la sécurité humaine la biodiversité, les édifices etc., dans le Quartier NKOMBO à Brazzaville en République du Congo. Confronté à ce problème depuis quelques décennies, l'objectif de notre recherche est de spatialiser dans une approche diachronique, l'ampleur du phénomène qui met à l'épreuve les efforts de lutte utilisé par les populations, et constitue toujours un réel problème environnemental. Les données actives à exploiter suivra une méthodologie rigoureuse à deux étapes. Les obtenus issus des enquêtes de terrain à travers des formulaires dynamiques numériques d'une part et d'autres part l'application des technologies de l'information géospatiale pour l'analyse et la superposition des couches sur la topographie, la pédologie les paramètres climatique et l'occupation du sol par la population dans le Quartier NKOMBO à Brazzaville en R. du Congo.

**Mots clés** : Environnement, Erosion hydrique, technologies de l'information géospatiale, spatialisation.

**Abstract**

The phenomenon of water erosion is an integral part of the main natural phenomena related to precipitation, whose process starts from the degradation of the parent rock. The evolution of this phenomenon has significant impacts on several issues, namely human safety, biodiversity, buildings, etc., in the NKOMBO District in Brazzaville,

Republic of Congo. Faced with this problem for several decades, the objective of our research is to spatialize, in a diachronic approach, the extent of the phenomenon that challenges the efforts of struggle used by the populations, and still constitutes a real environmental problem. The active data to be exploited will follow a rigorous methodology in two stages. The data obtained from field surveys through dynamic digital forms on the one hand, and the application of geospatial information technologies for the analysis and overlaying of layers on topography, pedology, climatic parameters and land use by the population in the NKOMBO District in Brazzaville, R. of Congo, on the other hand.

**Keywords:** Environment, Water erosion, geospatial information technologies, spatialization.

## **Introduction**

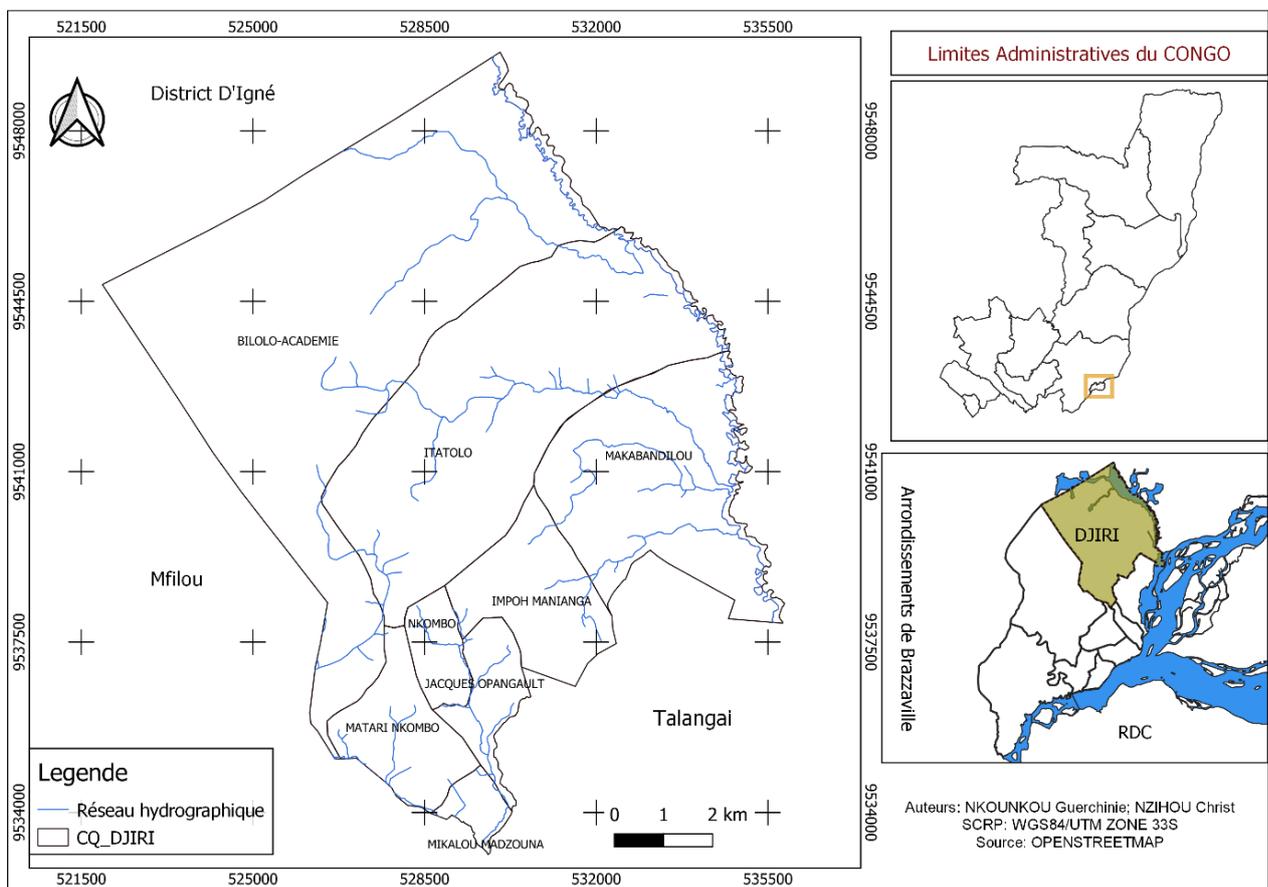
La dégradation environnementale fait partie des principaux problèmes majeurs qui minent notre environnement. Plus de 75 % des terres émergées de notre planète sont considérablement dégradées, mettant à mal le bien-être de 3,2 milliards d'individus. Si cette tendance se poursuit, 95 % des terres de la planète pourraient être dégradées d'ici 2050 (FAO, 2015, p.1). À l'origine de cette dégradation apparaît entre autres le phénomène d'érosion hydrique. Celui-ci fait partie intégrante des principaux phénomènes naturels liés aux précipitations, dont le processus part de la dégradation de la roche mère, de la prise en charge des sédiments jusqu'à leurs dépôts. Ce phénomène est à l'origine de la modification des formes de l'hydrologie des milieux, et quelquefois des mouvements de terrain (I. Mbouka-Milandou et al., 2019, p.17). Il a des impacts conséquents sur la biodiversité, les édifices ainsi que sur la sécurité humaine. En République du Congo, dans le département de Brazzaville, plus précisément dans le neuvième arrondissement (Djiri), plusieurs cas de destructions et de catastrophes naturelles liés à l'érosion hydrique ont été enregistrés durant ces dernières années. À cela, le quartier NKOMBO de cet arrondissement est confronté à ce problème depuis plusieurs décennies. Ce phénomène est sans doute lié à la topographie, à la pédologie ainsi qu'au climat de la zone, mais est exacerbé par l'occupation anarchique des sols due à l'expansion démographique. Bien évidemment, des gigantesques ravins causés par divers facteurs dans ce quartier mettent à mal la vie de ces populations et constituent un sérieux problème environnemental. Depuis, plusieurs méthodes antiérosives et techniques ont été mises en œuvre, tant par la population que par le Pouvoir public. Cependant, il est question de s'interroger sur l'efficacité de ces méthodes et techniques pour la résolution de ce problème. C'est dans ce contexte que ce présent travail a pour objectif, la spatialisation des changements environnementaux aux moyens des technologies de l'environnement dans une approche diachronique.

## 1. Matériel et Méthode

### 1.1. Présentation de la zone d'étude

Traversé par la rivière Djiri, l'arrondissement Djiri, est le neuvième et dernier arrondissement de Brazzaville. Il est situé au Nord de la capitale, à environ 107 mètres d'altitude, entre 15°19'38" E de longitude et 4°11'12" S de latitude. Il couvre une superficie d'environ 83,346 Km<sup>2</sup>, soit 8.346 ha, et abrite une population d'environ 239.291 habitants. Il est limité : au Nord par la rivière DJIRI ; au Sud par le pont de Mikalou et une partie du Mont Boukiero ; à l'Est par le Mont Boukiero et les quartiers 907 et 908 de l'arrondissement Talangai ; à l'Ouest par l'arrondissement (7) Mfilou et une partie de l'arrondissement (4) MOUNGALI

**Figure 1 : Situation administrative des quartiers de l'arrondissement Djiri**



Cet arrondissement a une administration fonctionnelle qui possède des services essentiels comme le service administratif de réglementation qui consiste à faire respecter les règlements municipaux et les lois locales ayant la charge de (l'inspection des bâtiments, le zonage, la gestion des déchets dans l'arrondissement, le contrôle de l'occupation du domaine public, l'octroi du permis de construction.

## 1.2. Données et méthodes

Pour les objectifs de l'étude la méthodologie appliquée à regrouper plusieurs opérations et techniques, le tout se basant sur l'équation universelle de RUSLE, développée par Renard et al. (1991). L'équation RUSLE est un modèle qui intègre cinq paramètres de base intervenant dans l'analyse de l'érosion hydrique, il s'exprime comme suit :  $A = R * K * C * SL * P$ .

**Avec :** **A** = taux de perte en sol (t/ha/an) ; **R** = érosivité des pluies (MJ.mm/ ha.h.an) ; **K** = érodibilité du sol (t.h/ha. MJ.mm) ; **LS** = facteur topographique (L en m, S en %) ; **C** = facteur de couverture végétale ; **P** = facteur des pratiques culturales.

La restitution cartographique qui intègre les technologies géospatiales comme la télédétection, le système d'information géographique (SIG) et l'analyse spatiale des modèles numériques de terrain ont servi à la spatialisation des différentes variables géoréférencées.

**Tableau 1 : Liste des outils utilisés pour le traitement des données**

Outils	Spécificités	Mode d'emploi
QField	Application QGIS mobile open	collecte des données géospatiales sur les têtes d'érosion du quartier Nkombo
ArcGis desktop	Logiciel SIG de cartographie et de traitement des données géographiques	implémentation des cartes et spatiocartes
QGIS		
Google earth pro	Logiciel de cartographie et d'exploitation virtuel de la terre en 3D à partir des images satellites	acquisition des images satellitaires des principaux ravins, la longueur, la largeur des ravins
Golden Surfer	Logiciel de visualisation 3D et 2D de contours et de modélisation des surfaces	créer des modèles numériques de terrain
Excel	Logiciel tableur bureautique Microsoft Office,	Traitement des données et le montage de tout type de graphique

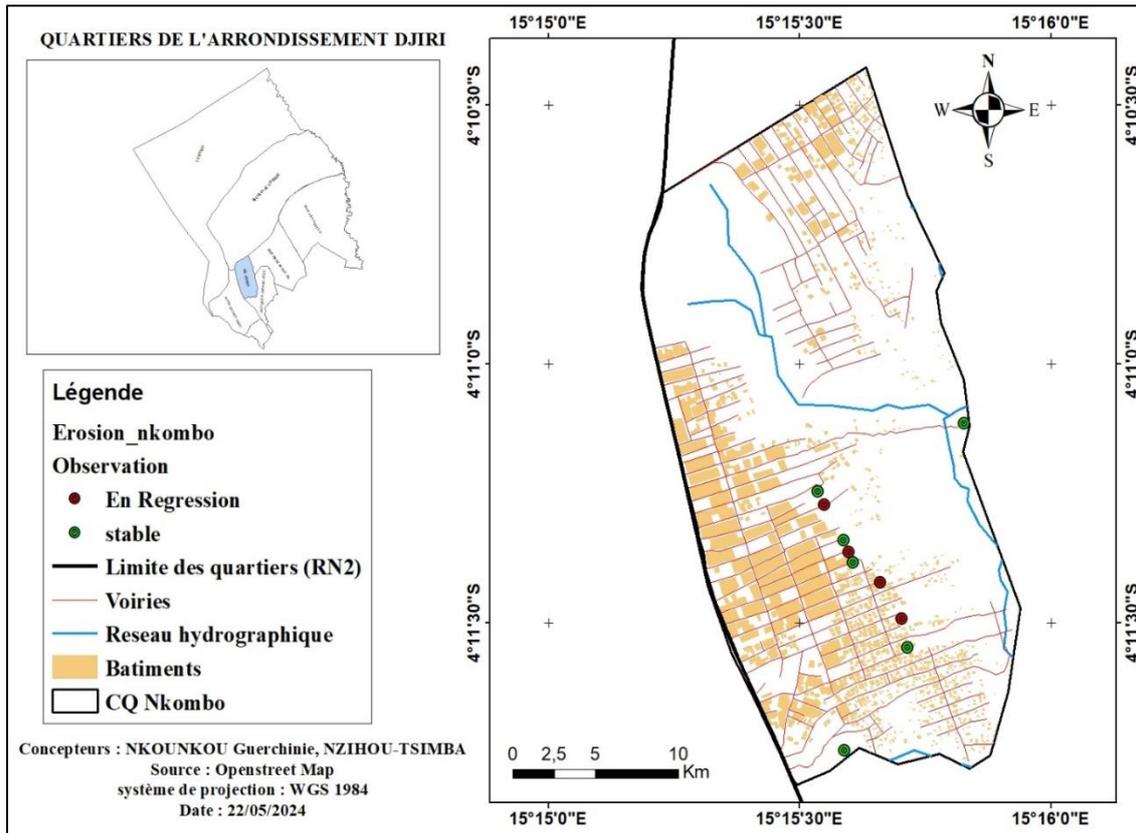
## 2. Résultat

### 2.1. La spatialisation des têtes d'érosion hydrique dans la zone d'étude

Le quartier Nkombo compte en son sein un total d'environ onze têtes d'érosion hydrique qui constituent des ravins gigantesques, reconnus officiellement par la mairie de DJIRI. Dans le but de pallier ce problème, une étude approfondie menée par

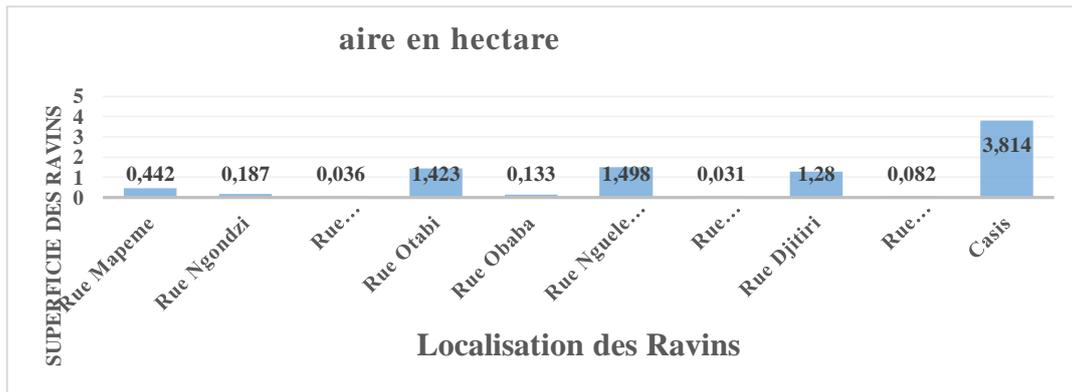
le ministère de l'économie forestière s'est faite, visant à traiter trois de ces ravins, dont l'un est situé dans la rue Nganda-Faignon, le second dans la rue Djiri et le dernier dans la rue Nkoua. Les huit autres ravins restants ont été traités grâce à l'apport collectif des populations avec les moyens de bord. Lors de la collecte des données, nous avons géoréférencés un échantillon de onze têtes d'érosion dans différents secteurs. Chaque point des ravins est catégorisé en fonction des observations faites par les populations environnantes sur la dynamique de ces têtes d'érosion.

Figure 2 : Carte de géolocalisation des têtes d'érosion de Nkombo, 2024



La figure 2 illustre la géolocalisation des têtes d'érosion de Nkombo dans le but de faire une distribution spatiale de ces ravins. Chaque point d'érosion est collecté en fonction des zones qu'elles occupent. Dans leurs répartitions, ces ravins occupent des superficies importantes. Le ravin qui couvre la plus grande superficie est celle de Casis, avec 3,81 hectare, suivi du ravin situé dans la rue Nguele-Okassa qui occupe 1,49 hectare de superficie (figure 6). Cette étendue de surface de ces ravins peut être due à plusieurs facteurs physiques et anthropiques, mais aussi au temps écoulé sans lancer les travaux de traitement.

**Figure 3 : Superficie occupée par les ravins de Nkombo en 2023**



Source : Google Earth Pro

Il s'agit de noter que dans l'ensemble des têtes d'érosions qui menacent la zone. Il y a des têtes d'érosions qui ont été stabilisées, par contre d'autres têtes sont toujours en pleine évolution.

**Tableau 2 : État d'évolution des ravins**

Situation	Observations	Superficie en hectares
Rue Mapeme	En évolution	0,44
Rue Ngondzi	Stable	0,18
Rue Zoulabouth	Stable	0,03
Rue Otabi	Stable	1,42
Rue Obaba	Stable	0,13
Rue Nguete Okassa	En évolution	1,49
Rue Otsouanva	Stable	0,03
Rue Djitiri	En évolution	1,28
Rue Nganda-Faignond	En évolution	0,08
Casis	Stable	3,81

Source : enquête de terrain 2024

## 2.2 Analyse diachronique de la zone d'étude entre les années 2005-2023

Cette approche vise à analyser le quartier Nkombo dans le temps, dans le but d'apprécier l'évolution de l'aspect physique du milieu, le rythme d'anthropisation du site sur une période d'environ 20 ans, mais aussi d'évaluer le dynamisme des ravins qui s'accroissent en interrelation avec l'occupation humaine mal gérée.

### Imagerie : Anthropisation et évolution de l'érosion sur une période de 20 ans



Image 1 : 2005



Image 2 : 2011



Image 3 : 2017



Image 4 : 2023

**Tableau 3 : Superficie couverte par les sols dégradés**

Années	2005	2011	2017	2023
Aire en Hectare (ha)	10	21	25	34

Source : Google Earth Pro

L'analyse sur la dynamique des ravins par rapport à l'occupation du quartier Nkombo, allant de la période 2005 à 2023, nous montre une tendance à la hausse de la dégradation du site au fil du temps. Ce quartier depuis l'année 2005 présente des signes d'instabilité du sol. La pression anthropique due à l'urbanisation accélérée et incontrôlée que subit le sol de ce milieu a conduit à une dégradation lente et progressive de la couverture végétale (image1), combinée aux pluies intensives. Cela a laissé place à la formation des rigoles et des ravins. Sous l'effet des paramètres édaphiques et de la fréquence des pluies, ces formations (rigoles et ravines) ont

considérablement évolué en des ravins spectaculaires, ce qui a fait qu'entre la période de 2017 à 2023, on a remarqué que 0,25 à 0,34 km<sup>2</sup> de surface du sol a été dégradée (image 3 et 4), ce qui représente jusqu'à nos jours une menace pour la population riveraine.

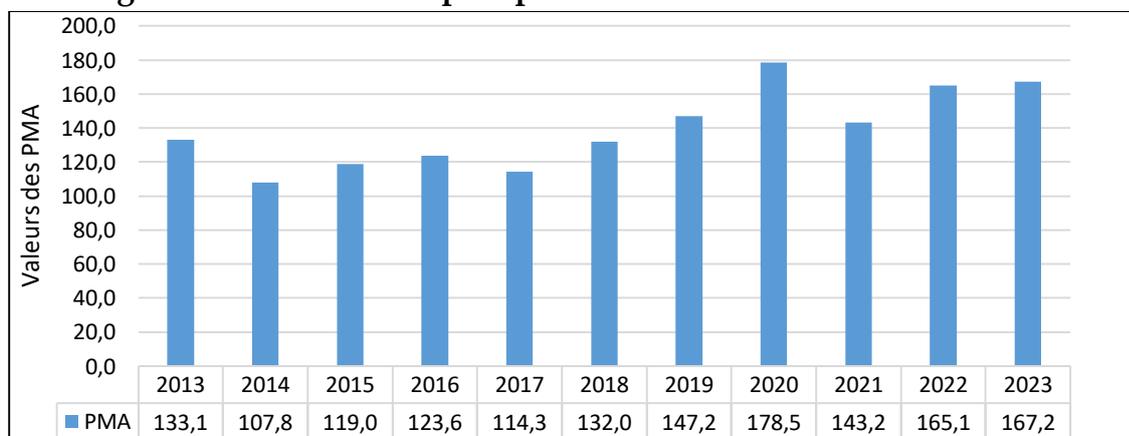
### 2.3 Facteurs de l'érosion hydrique

Plusieurs facteurs sont à l'origine du phénomène d'érosion hydrique. Il s'agit des facteurs physiques (influence du climat, la morphologie et la topographie du site) et des facteurs humains avec l'occupation humaine en l'absence d'un aménagement préalable.

#### - Climat

Le phénomène d'érosion hydrique est a priori causé par le facteur climat. Le quartier 904 Nkombo, étant géographiquement situé dans le 9<sup>e</sup> arrondissement de Brazzaville, est influencé par un climat de type tropical humide à deux saisons : une saison de pluie de 8 à 9 mois et une saison sèche de 3 à 4 mois. La saison de pluie est caractérisée par deux périodes de pluie érosive, allant de novembre à janvier, et la deuxième, de mars à mai (G. Toli, 2020). D'après (Loembé et Tchicaya, 1993), ces périodes de pluie érosive sont caractérisées par un indice d'agressivité climatique fort, avec des pluies fréquentes qui laissent peu de temps au ressuyage du sol. Selon lesdits auteurs, 33 % des pluies développent des intensités supérieures à 25 mm/h (début d'érosivité des pluies) et atteignent des hauteurs importantes, supérieures à 40 mm voire 100 mm d'eau au cours d'une seule pluie. Ces caractères rendent les pluies très érosives et engendrent des érosions catastrophiques. La figure 7 ci-dessous illustre les totaux des précipitations moyennes annuelles de la ville de Brazzaville, dans un contexte spatio-temporel.

**Figure 4 : Évolution des précipitations annuelle de Brazzaville 2013-2023**



Source : ANAC, station météorologique de Maya-Maya, 2024

Les données pluviométriques annuelles de 2013 à 2023 obtenues à l'Agence Nationale de l'Aviation Civile (ANAC) ont été utilisées pour apprécier l'agressivité des pluies de

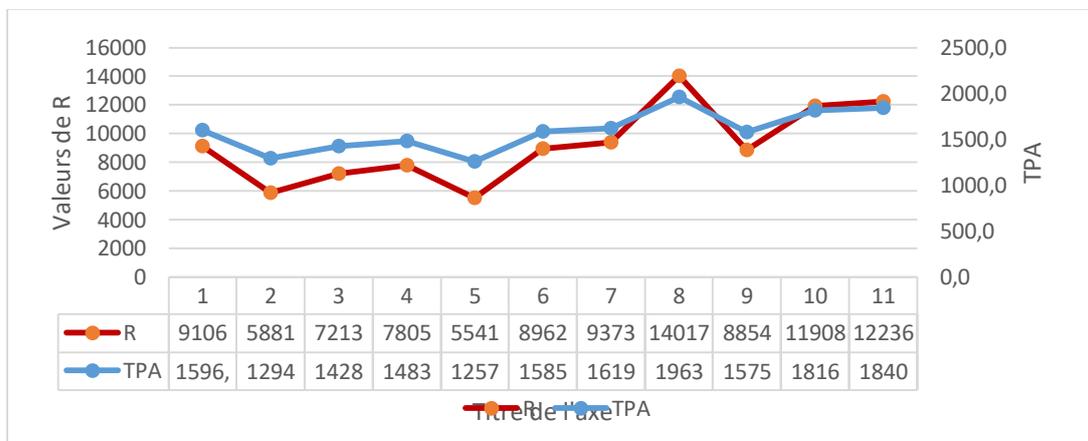
Brazzaville sur une période de 10 ans. L'analyse du graphique obtenu montre une variation des pluies partant de l'année 2013 à 2023. Dans cet intervalle, l'année 2014 représente l'année la moins pluvieuse, où le taux de pluie est estimé à 107,8 mm d'eau, comparé à l'année 2020 qui représente la période la plus pluvieuse, avec des hauteurs d'eaux précipitées atteignant 178,5 mm d'eau au cours de l'année 2020, (figure 4).

- **Erosivité des pluies**

L'érosivité des pluies est un paramètre qui permet de déterminer le risque d'érosion lié aux précipitations. Elle a été évaluée à partir de l'indice R. Les données pluviométriques de Brazzaville sont récentes (2013-2023), ce qui reflète l'aspect physique actuel de notre zone d'étude. Pour déterminer l'indice d'érosivité, nous avons tenu compte d'utiliser la méthode simplifiée de (Renard and Freimund,1994), qui intègre uniquement le volume moyen des précipitations annuelles supérieur à 850mm. Les résultats obtenus ont été interprétés à partir de la classification de R de (Douay et al, 2010).

$R = 587,8 - 1,219 P + 0,004105 P^2$  Avec : R : paramètre d'érosivité ; P : précipitation annuelle (mm)

**Figure 5 : Totaux des précipitations et indices d'érosivité de 2013-2023**



Partant de l'année 2013 à 2023, soit une période de 10 ans, l'année où l'indice d'érosivité est le plus faible est celle de 2017, avec un taux de 5540,708089 MJ. mm/ha.h.an, comparé à celle de l'année 2020 qui représente la période où l'indice d'érosivité est le plus élevé, estimé à 14017,45228 MJ. mm/ha.h.an, dans un intervalle >5000 de la classe 4 (Tableau V). Cette forte érosivité s'explique par le fait que les taux des précipitations annuels enregistrés à la station météorologique de Maya-Maya sont très élevés, soit 1963,3 mm d'eau au cours de cette période, ce qui rend vulnérables les sols sablonneux à l'érosion hydrique dans les plateaux de Mbé. Cette agressivité des pluies a un impact sur l'érodibilité des sols de Nkombo à cause des pentes fortes et de la sensibilité du sol, ce qui facilite le ruissèlement des eaux de pluies.

**Tableau 4 : Classification des indices d'érosivité (R) des pluies**

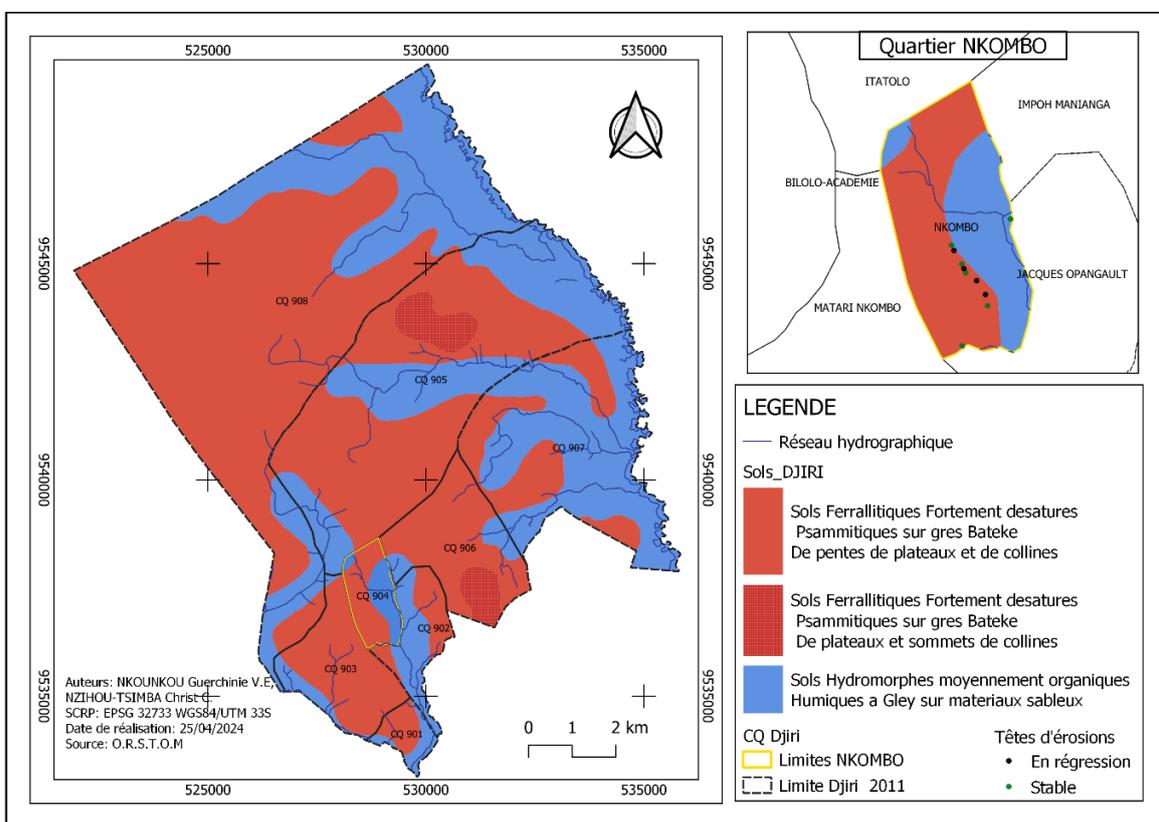
Classe	Indice d'érosivité (R)		Vulnérabilité des sols
4	> 5000	Forte érosivité	Très élevée
3	4000 à 5000	<b>Moyenne érosivité</b>	Élevée
2	3000 à 4000		Modérée
1	2000 à 3000		Faible
0	0 à 2000	Faible érosivité	Très faible

Source : modèle de Douay et Lardieg

- *Nature du sol*

Ce site est majoritairement recouvert d'un sol de nature sableuse originaire des plateaux de Mbé. L'indice d'érodibilité (K) se situe entre 0,35 et 0,45 t.ha.h/ha. MJ.mm (Bolline et Rousseau, 1978). La figure 6 illustre les caractéristiques pédologiques de l'arrondissement de Djiri.

**Figure 6 : Carte pédologique de l'arrondissement (9) Djiri**



**Figure 7 : Distribution de la superficie en hectares occupée par les sols de Nkombo**



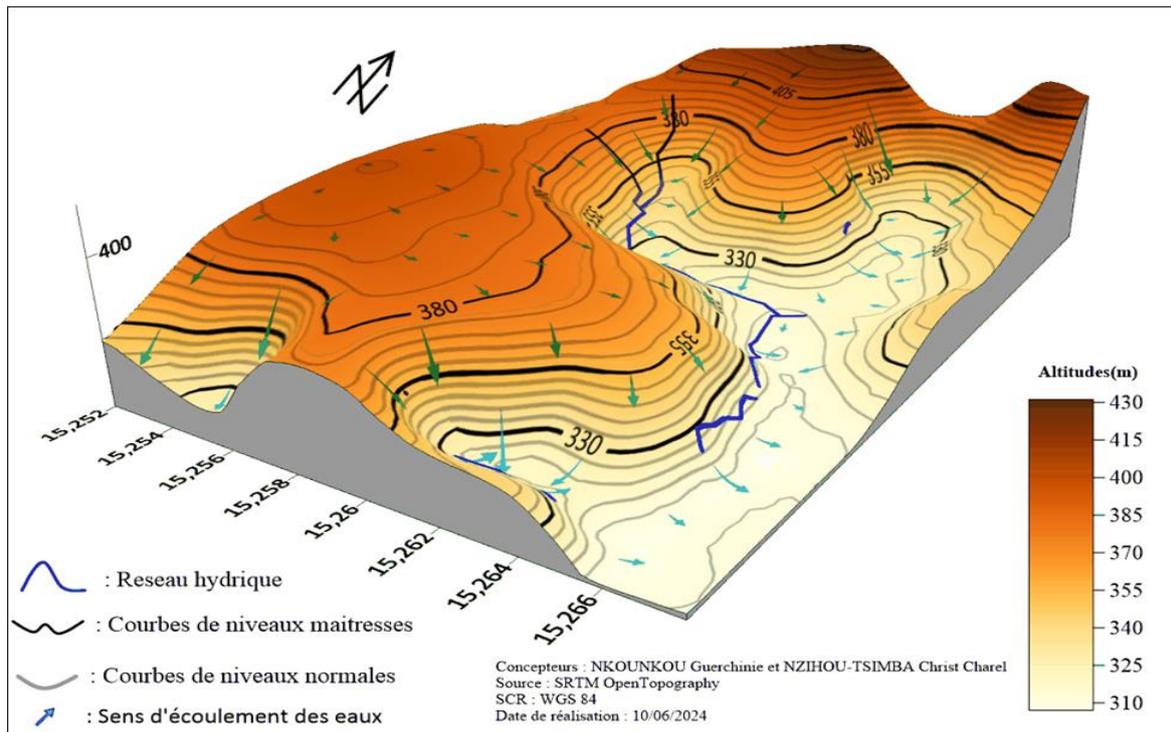
*Données de la carte pédologique O.R.S.T.O.M*

La typologie des sols de Djiri va des sols ferrallitiques fortement désaturés de texture sur grès Batéké, partant des pentes de plateaux et collines aux sommets considérables, au sol hydromorphe moyennement organique sur des matériaux sableux (figure 6). S'agissant de notre zone d'étude, elle est dominée par deux types de sols : les sols ferrallitiques, caractérisés par une forte désaturation, de texture sur grès Batéké, et les sols hydromorphes moyennement organiques sur matériaux sableux retrouvés généralement sur les pentes des plateaux et collines. Les sols ferrallitiques couvrent 61 %, soit un total de 142,17 hectares de la superficie du sol, par contre les sols hydromorphes représentent 39 %, soit une aire de 89,98 hectares (figure 7). Ces sols ferrallitiques qui caractérisent la zone sont très sensibles à cause d'une faible capacité d'échange cationique. Ils sont très acides (PH 5,0) et ont un degré de saturation très faible (20 %). (Bernard Denis et al., 1970). Une fois mis à nu par l'anthropisation qui entraîne la destruction de la couverture végétale, ces sols sont très vulnérables face à l'agressivité des pluies tropicales caractérisées à Brazzaville, dont la moyenne a été estimée à 7 756,55 MJ. mm/ha.h.an, ce qui réunit les conditions favorables sur l'évolution de l'activité du phénomène de l'érosion hydrique.

#### **- Topographique du milieu d'étude**

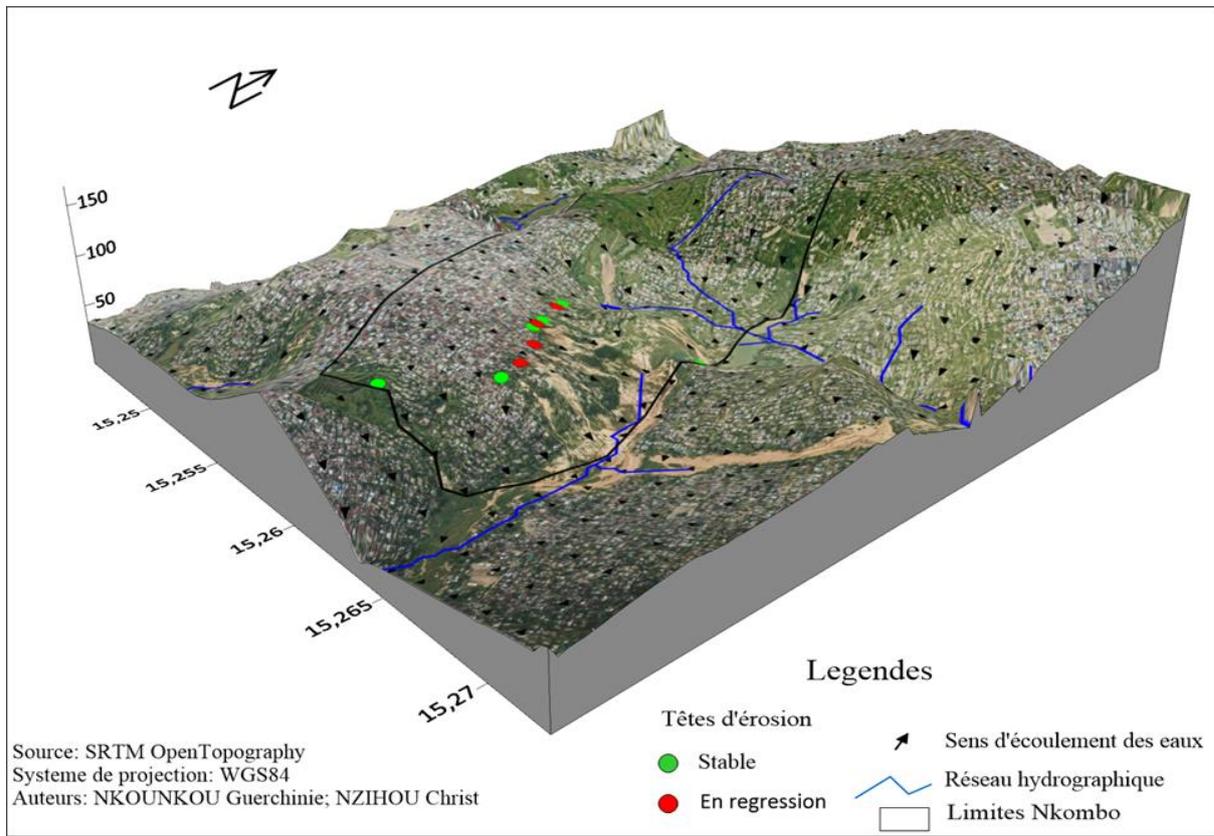
Le quartier Nkombo est caractérisé par un relief complexe constitué de plateaux et de collines, où les versants atteignent plus de 25 % de pente. L'aspect morphologique et topographique du milieu représente des facteurs de vulnérabilité de la zone d'étude.

Figure 8 : Modèle tridimensionnel du quartier Nkombo



Ce modèle numérique de terrain a été obtenu à partir d'un Shuttle radar topography mission (SRTM) sur OpenTopography. Ce modèle permet d'apprécier la morphologie du quartier Nkombo en trois dimensions (3D), mais aussi le sens de l'écoulement des eaux de pluie. Les altitudes de la zone d'étude s'élèvent de 310 à 430 mètres, ce qui influe sur le niveau de ruissellement des eaux de pluies dans le sens des pentes, ce qui contribue au processus d'érosion hydrique en causant le détachement des matériaux en amont et le dépôt des sédiments en aval. Bien que certains habitats puissent sembler relativement épargnés par les dangers majeurs liés à l'érosion, il serait imprudent de sous-estimer la menace potentielle qu'ils représentent. Cette précaution est justifiée par les travaux d'A. Yacine (2019, p. 23), qui souligne avec pertinence que « les milieux sélectionnés comme stables ou stabilisés présentent un risque d'instabilité qu'il ne faut pas négliger. Ces milieux correspondant aux terrains qui ont présenté préalablement des indices d'érosion et qui ont retenu de mesures de lutte contre l'érosion. » Cette observation met en lumière une réalité souvent ignorée : la stabilité apparente d'un milieu ne garantit pas son immunité face à de futurs phénomènes érosifs.

**Figure 9 2: Modèle numérique de terrain montrant l'impact anthropique sur le milieu**

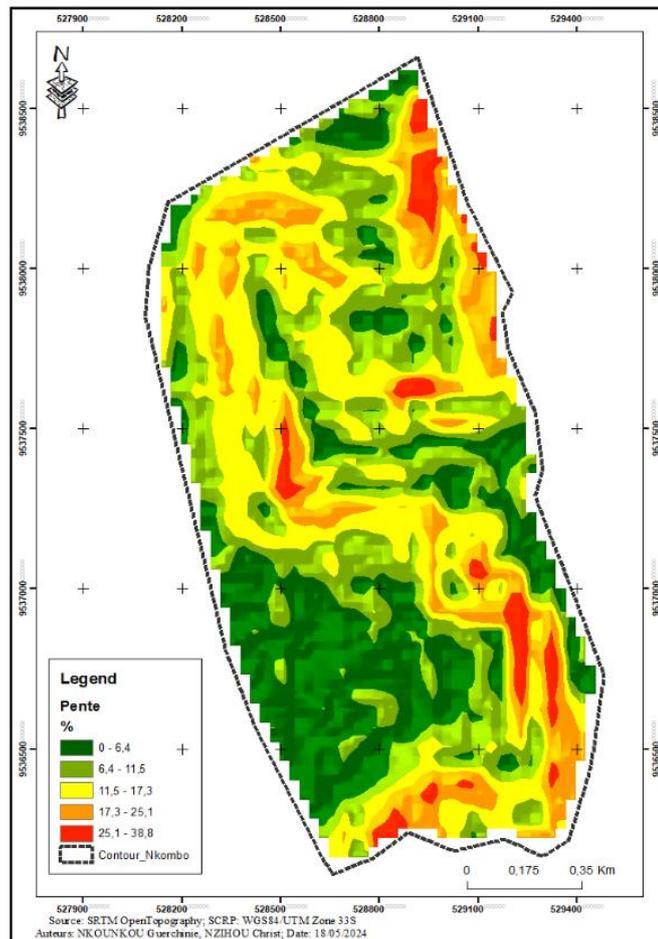


Sources : Imagerie Lidar, SRTM OpenTopography

- *Évaluation de la pente de la zone d'étude*

Cette approche vise à évaluer le risque lié à l'érosion hydrique en analysant les caractéristiques des pentes du milieu. La figure 9 illustre la situation topographique de la zone d'étude, classées en fonction des valeurs des pentes.

Figure 10 : Carte des pentes du quartier Nkombo



Les résultats issus de la réalisation de la carte des pentes sont analysés à partir du tableau sur la classification des pentes selon le modèle de J. POUKET (Tableau, 5). Les pentes de Nkombo varient entre 6,4 à 38,8 %, ce qui représente un risque d'érosion hydrique lié à la pente. L'analyse de la carte montre la prédominance des pentes faibles marquées par une couleur verte allant de 0-6,5. Certains secteurs de ce quartier se situent sur des zones de fortes pentes, qui atteignent une hauteur de 38,8 % (Tableau 5). Ces zones présentent un risque d'érosion très élevé face à l'agressivité des pluies. Ces secteurs constituent, d'après le code de l'urbanisme, des zones non aedificandi, « lorsque les pluies sont faibles les classes de risque d'érosion restent identiques à celles des pentes. Dans l'ensemble l'érosion forte correspond aux terrains très arrosés et aux pentes fortes » K. ELBOUQDAOUI, (2005, p.10).

**Tableau 5 : Classification des pentes par rapport au risque**

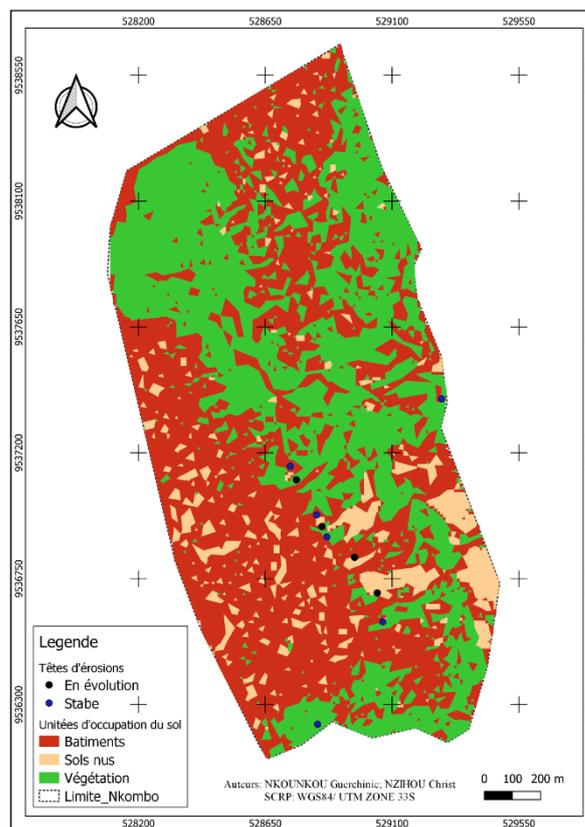
Classes	Valeurs des pentes (%) par intervalle	Risque à l'érosion hydrique
4	45 et plus	Abrupte
3	30-45	Forte
2	15-30	Modérée
1	5-15	Faible
0	< 5	Nul

Source : Modèle de Jean POUKET

- **Occupation des sols**

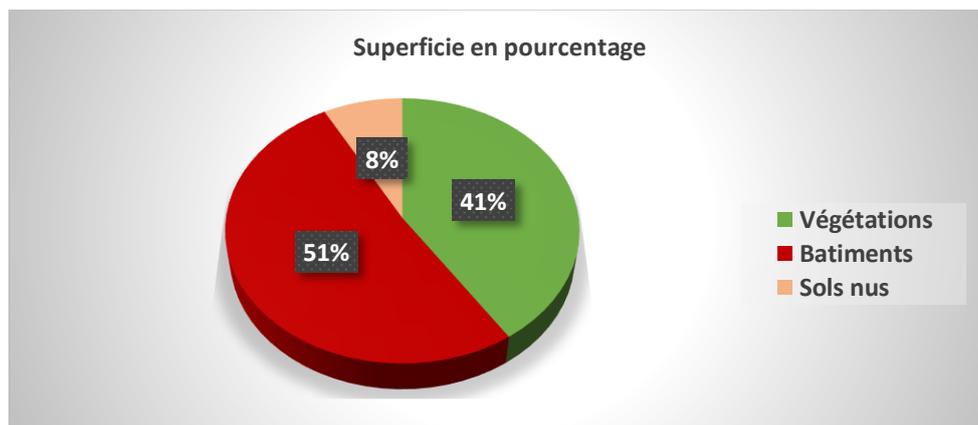
La sensibilité du sol de ce quartier est amplifiée par le poids de l'occupation du sol, en particulier à cause de la charge des bâtiments disposés de façon désordonnée dans le sens de la pente, mais aussi par le manque du système de canalisation des eaux de pluie, ce qui contribue à la perturbation de l'équilibre naturel et augmente le risque d'érosion hydrique. Cette occupation qualifiée d'anarchique porte atteinte à la loi n° 6-2019 du 5 mars 2019 portant code de l'urbanisme et de la construction, article 2 paragraphe premier : Sont interdites, sauf prescriptions spéciales : les constructions dans les zones exposées à des risques naturels possibles tels que l'inondation, l'érosion, le glissement de terrain, l'affaissement, l'ensablement.

**Figure 11 : Carte de l'occupation des sols du quartier Nkombo**



La carte de l'occupation du sol a été réalisée à partir du téléchargement de l'image sentinel-2A, qui a été acquise le 06 mai 2024, dans la plateforme Copernicus. Pour le traitement de cette image, plusieurs étapes ont été suivies. Il s'agit de l'étape du prétraitement : le choix des bandes pour le traitement des images a regroupé les bandes (B2, B3, B4, B5, B8, B11), ensuite il a été nécessaire d'appliquer deux types de correction : la correction atmosphérique et la correction radiométrique, afin de corriger les distorsions dans les images, sans doute liées à la courbure et à la rotation de la terre. Suite à cette étape, il s'en est suivi la classification supervisée qui a permis de générer la matrice de confusion qui a été de 97 % et l'indice kappa de 94 %. Ces approches ont permis de valider et de déterminer si la classification se rapproche de la réalité du terrain. Ces étapes avaient pour objectif d'extraire et d'identifier les différentes catégories d'unités d'occupation des sols du quartier Nkombo. Enfin vient la dernière étape qui est la vectorisation de l'image, qui est un processus de conversion d'un raster (image pixel) en fichier de forme (vecteur). Cette dernière étape a permis de pouvoir extraire la superficie occupée par chaque unité d'occupation des sols. Dans cette opération, trois types de classes ont été fournis : la classe Bâtiment, sol nu et végétation (figure 11). Nous pouvons remarquer que la classe Bâtiment représente l'unité d'occupation des sols la plus dominante, soit 51 % de la superficie sur les 100 % de la superficie totale (figure 12). Cette tendance à la hausse s'explique par une forte anthropisation du milieu, ce qui a conduit à la dégradation de la couverture végétale et a rendu le sol de ce site très vulnérable face au phénomène d'érosion hydrique.

**Figure 12 : Répartition de la superficie occupée par chaque unité d'occupation des sols**



Données du Capteur Sentinel-2A, du 06 mai 2024

#### 2.4 Impacts de l'érosion dans la zone d'étude

Ce phénomène a considérablement impacté ce quartier, sur le plan physique causant ainsi les dégâts matériels et humains et étant à l'origine de la : dégradation des sols, en termes de perte en fertilité organique et chimique ; dégradation de la couverture

végétale ; pertes en terres ; destruction des habitations et du phénomène d'ensablement.

**Photo 1 : Vu des ravins de Nkombo depuis le quartier Jacques-Opangault**



*Prise de vue : NKOUNKOU Guerchinie V.E et NZIHOU-TSIMBA Christ C., mai 2024*

**Photo 2 et 3 : Dégradation des sols et pertes en terres due à l'évolution des ravins**



*Prise de vue : NKOUNKOU Guerchinie V.E et NZIHOU-TSIMBA Christ C., mai 2024*

**Photo 4 et 5 : Habitations détruites par les ravins**

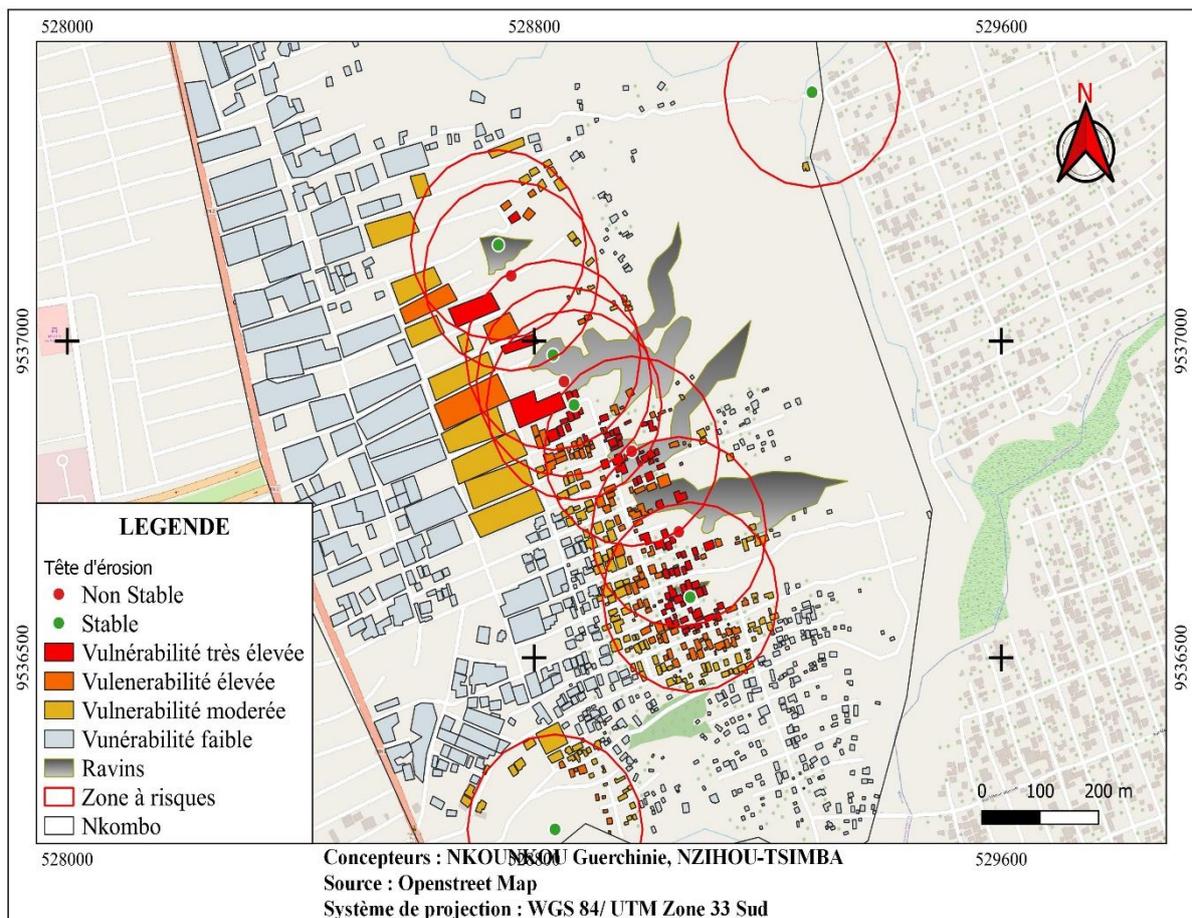


*Prise de vue : NKOUNKOU Guerchinie V.E et NZIHOU-TSIMBA Christ C., mai 2024*

## 2.5 Modélisation du niveau de vulnérabilité

Les zones érodées sont souvent plus vulnérables aux effets du changement climatique, comme des événements météorologiques extrêmes, aggravant encore la situation. L'érosion peut entraîner des glissements de terrain, augmentant le risque d'effondrements près des habitations ou des infrastructures. Des poussières et des particules peuvent être soulevées par l'érosion, affectant la qualité de l'air et la santé des habitants proches du phénomène.

**Figure 33 : Analyse spatiale des zones à risques à Nkombo**



L'analyse de la figure 16 permet d'apprécier le niveau de vulnérabilité auxquels sont exposées les habitations proches et circonscrit dans un rayon de 100 mètres des ravins. Nous remarquons que les habitations proches des ravins ont un risque de vulnérabilité très élevé. Ils sont susceptibles d'être confrontés aux pertes de leurs habitats en cas de glissement de terrain, pour les bâtis situés en amont, et les bâtis situés en aval sont susceptibles d'être engloutis par le phénomène d'ensablement. Les zones les plus exposées à ce phénomène se situent dans la partie sud-est où les pentes sont les plus fortes, et les zones où la vulnérabilité est modérée se localisent sur des terrains plats, où les eaux de pluies ruissellent de façon modérée « Les ravines sont souvent liées au

réseau de drainage où ils facilitent le transport des matériaux érodés. La densité de drainage (DD) la plus élevée génère plus d'apports de ruissellement superficiel » K. KHEMIRI et S. JEBARI, (2023, po.5).

### ***2.6 Méthodes palliatives de lutte antiérosives appliquée dans le quartier Nkombo***

Pour faire face à ce problème, plusieurs méthodes mécaniques et biomécaniques ont été adoptées et mises en application par les populations ainsi que par le pouvoir public. Il s'agit : systèmes de collecteurs de fortunes ; systèmes de plantations des vétivers (planting des bambous, canne à sucre etc.) ; sacs de ciments remplis de terres, urées ; construction des gabions ; déchets ménagers.

**Photo 6 et 7 : Collecteur de fortune utilisé pour drainer les eaux de pluies et ralentir le ravin**



*Prise de vue : NKOUNKOU Guerchinie V.E et NZIHOU-TSIMBA Christ C., avril 2024*

**Photo 8 : Collecteur de fortune, sacs de ciment rempli de terre**



*Prise de vue : NKOUNKOU Guerchinie V.E et NZIHOU-TSIMBA Christ C., avril 2024*

**Photo 9 : Système de drainage, Photo 10 : Technique mécanique et biomécanique**



Les méthodes mises en place dans le reste des zones comme l'illustre les images ne représentent que des moyens de lutte provisoires pour ralentir leur évolution, mais ne constituent en aucunement des solutions à long terme. Si cette tendance se poursuit et que l'Etat ne met pas en œuvre des méthodes plus adéquates et plus efficaces, dans 10 ans le quartier de Nkombo risquerait de disparaître, englouti dans l'érosion. (D'après les témoignages du secrétaire du chef de quartier) En effet, l'objectif poursuivi par J. Chaaouan, A. Faleh et al (2013, p. 19), est « Les répercussions socio-économiques de l'érosion dans ce milieu fragile pèsent lourdement sur l'économie régionale et font obstacle aux actions de l'état dans l'aboutissement des programmes d'aménagement ». En effet, les terrains qualifiés de « stabilisés » sont généralement le résultat d'interventions humaines destinées à freiner ou à inverser les processus d'érosion. Cependant, ces mesures, bien qu'efficaces à court ou moyen terme, n'éliminent pas les causes sous-jacentes de l'instabilité, telles que les caractéristiques géologiques, la texture des sols ou encore l'impact des activités anthropiques. Par ailleurs, les variations climatiques, en particulier l'intensification des érosives, peuvent réactiver le processus d'érosion même dans des zones jugées sécurisées. Ces milieux, ayant déjà été affectés par l'érosion par le passé, conservent une fragilité suscitée qui pourrait être réexposée en cas de perturbations naturelles ou humaines.

Cette analyse souligne l'importance de ne pas relâcher les efforts de surveillance et de gestion dans les zones considérées comme stabilisées. La résilience de ces milieux, bien que renforcée par des mesures correctives, demeure conditionnée par la persistance des pressions environnementales et anthropiques. Il est donc impératif d'adopter une approche préventive et proactive, combinant le suivi régulier des indices d'érosion, le renforcement des infrastructures de protection et la limitation des activités susceptibles de compromettre leur stabilité. Ce constat appelle également à une réévaluation des stratégies de gestion des sols, en insistant sur la durabilité et l'adaptabilité des infrastructures antiérosives et de l'habitat urbain

### **3. Discussion**

Le département de Brazzaville est marqué par une organisation géomorphologique complexe, reposant sur un plateau morcelé par des vallées et des collines dont la formation est attribuée aux processus d'érosion agissant sur un substrat géologique sableux, caractérisé par une instabilité structurelle notable. Ce substratum est recouvert de formations superficielles dominées par une texture sableuse exceptionnelle, avec une proportion de sable (fin, moyen et grossier) variant de 90 % à 98 %, tandis que la fraction fine constituée d'argile et de limons demeure marginale, ne dépasse pas 7 %. Ces caractéristiques texturales ont été confirmées par plusieurs études de terrain, notamment celles pratiquées à Mayanga, dans l'arrondissement 8 Madibou (R. Kombo Kissangou et al., 2018, p. 10), où les sols présentent une composition similaire à celle observée dans le bassin versant de la Djiri (R. Ngatse et al., 2017, p. 9), ainsi qu'au nord de la sous-préfecture de Goma. Tsé-Tsé (I. W. M'bouka Milandou, 2019, p.13).

Malgré leur forte perméabilité, attestée par un indice K qui dépasse 180 mm/h<sup>2</sup> (soit  $5.10^{-5}$  m/s), ces sols se révèlent particulièrement vulnérables à l'érosion. Cette susceptibilité s'explique notamment par leur faible cohésion, résultant de la prédominance de particules sableuses au détriment des fractions fines, qui jouent généralement un rôle stabilisateur. En effet, l'indice moyen d'érodibilité (K), oscillant entre 0,35 et 0,45 t.ha.h/ha.MJ.mm, reflète une forte propension à l'érosion, comme le démontrent les travaux de (R. Ngatse et al. 2017, p. 6). Ces constats sont par ailleurs renforcés par les résultats obtenus par (I. M'bouka Milandou et al. 2016, p. 15), qui soulignent que cette « érodibilité constitue une problématique environnementale majeure dans les zones concernées ».

Ainsi, la combinaison d'une texture sableuse dominante, d'une perméabilité élevée et d'une forte érodibilité faite des sols du département de Brazzaville des milieux fragiles, nécessitant une gestion rigoureuse pour limiter les risques de dégradation et préserver leur potentiel écologique.

Ces formations superficielles, rendues vulnérables par la dégradation de leur couverture végétale sous l'effet des activités anthropiques, subissent une pression accrue liée à l'occupation des sols et aux aménagements souvent inadéquats ou insuffisants. Les interventions humaines, telles que l'imperméabilisation croissante des sols due à l'absence de systèmes de canalisation appropriés sur les voiries urbaines, un traçage inadapté des rues et une mauvaise gestion des eaux de ruissellement, exacerbent les risques d'érosion. Ces pratiques défailtantes fragilisent davantage les sols en compromettant leur capacité naturelle à absorber les précipitations, favorisant ainsi le développement des ruissellements de surface.

Cette vulnérabilité accrue est exploitée par les ruissellements générés par des pluies érosives particulièrement intenses. L'indice moyen d'érosivité (R) calculé sur une période de dix ans (2013-2023) met en évidence des valeurs alarmantes, oscillant entre 5540,708089 et 14017,45228 MJ.mm/ha.h.an. L'année 2023, en particulier, enregistre un pic sans précédent de 14017,45228 MJ.mm/ha.h.an, nettement supérieur aux indices rapportés dans d'autres contextes géographiques. À titre de comparaison, (J. Morschel, 2021, p.6) a relevé un indice d'érosivité de 1690,3 MJ.mm/ha.h.an dans le Lauragais, une région située sur les collines de molasse des Terreforts, à l'est de Toulouse. De même, (Y. Ouadjane, 2021, p.19) a identifié un indice de 1987,73 MJ.mm/ha.h.an dans le sous-bassin versant d'Agoudal, au sud-est du Maroc, dans la région de Drâa-Tafilalet. Ces écarts significatifs témoignent de la gravité du phénomène dans le département de Brazzaville, où les indices d'érosivité sont plusieurs fois supérieurs, traduisant une intensité des pluies érosives bien plus marquée.

Ainsi, la conjugaison de facteurs anthropiques et climatiques contribue à amplifier les processus érosifs dans la région, plaçant les sols de Brazzaville dans une situation critique. Ces constats soulignent l'urgence de mettre en place des politiques d'aménagement durable et des mesures adaptées pour restaurer et protéger les sols, en s'appuyant sur une gestion rigoureuse des eaux pluviales et un contrôle accru de l'occupation des sols. Il apparaît indispensable de repenser les infrastructures urbaines de manière à réduire l'imperméabilisation et à limiter les effets des ruissellements, tout en intégrant des pratiques de conservation des sols adaptées aux spécificités locales.

### **Conclusion et recommandation**

L'érosion hydrique impacte sur l'environnement biophysique et entraîne les changements environnementaux. Les résultats obtenus dans cette étude montrent que la zone d'étude est grandement exposée avec un niveau de risque de vulnérabilité élevé lié à l'érosion hydrique, ce qui représente une menace environnementale et sociale. Car non seulement ce phénomène porte atteinte à l'environnement naturel, en dégradant le sol et en modifiant l'aspect morphologique du milieu, mais il met également à mal les populations de ce quartier, qui perdent leur refuge. La nature du sol, le degré d'élévation des pentes et l'agressivité des pluies démontrent que ce quartier nécessite un aménagement de pointe avant toute installation humaine. Ce qui ne pas le cas et les dégâts à ce jour sont innombrables.

La majorité des ravins se situe sur des sols nus, proche des constructions où la couverture végétale représente un faible pourcentage, il serait donc plus adéquat de :

- Couvrir la zone de végétation dans le but de rendre le sol plus stable. En effet, le boisement et le reboisement sont des méthodes efficaces pour lutter contre l'érosion hydrique, car les arbres aident à stabiliser le sol en réduisant l'impact des gouttes de pluies et en améliorant l'infiltration de l'eau dans le sol.

- Installer des systèmes de drainage qui auront la capacité de recueillir une quantité importante des eaux de pluies dans chaque zone afin de réduire le phénomène de ruissellement.
- Procéder par des techniques de remblayage qui consiste à recouvrir les zones érodées en matériaux (terre, gravier, sable, roche, etc.), mais en tenant compte des caractéristiques du site.
- Construire des murs de soutènement qui peuvent permettre de protéger le quartier Jacques-Opangault contre les effets des ravins de Nkombo. En combinant ses méthodes de manière appropriée, il est possible de pallier ce problème, et d'améliorer la santé environnementale.

### **Références bibliographiques**

CHAAOUAN Jamal, FALEH Ali, SADIKI Abdelhamid, MESRAR Haytham, 2013, « Télédétection, sig et modélisation de l'érosion hydrique dans le bassin versant de l'oued Amzaz, rif central », *Département de Géologie, Faculté des Sciences Dhar Mahraz, B.P. 1796 Atlas Fès., Maroc*

KOMBO-KISSANGOU Rock J., SITOU Léonard., M'BOUKA MILANDOU Idriss (2018). « Dynamique de l'érosion hydrique dans les quartiers Mansimou et Mayanga au sud de Brazzaville (Congo) » : *analyse de la perméabilité et de la texture des sols, cubage et cartographie des ravinements*, <http://www.africascience.org>

M'BOUKA MILANDOU Idriss Auguste Williams (2019). « Étude de la dégradation des routes en terre, par l'érosion hydrique, en milieu rural : cas de la sous-préfecture de Goma Tsé-tsé (sud du Congo) », *Revue Marocaine de Géomorphologie*. N°3. (2019) pp 93

MORSCHER Jean, FOX Dennis, 2021, « Une méthode de cartographie du risque érosif : application aux collines du Terrefort Lauragais », <https://hal.science/hal-02572329>

YACINE El-Arbi Ait, OUDIJA t, Fatiha, NASSIRI Laila 2019, « Modélisation et Cartographie des Risques d'érosion Hydrique du Sol par l'application des SIG, Télédétection et Directives PAP/CAR. Cas du Bassin Versant de Beht, Maroc », *European Scientific Journal edition Vol.15, No.12 p.259 -285*

NGATSE René, SITOU Léonard, M'BOUKA MILANDOU Idriss Auguste Williams, 2017, « L'érosion hydrique dans le bassin versant de la Djiri au nord de Brazzaville (République du Congo) : analyse et quantification », *Revue Marocaine de Géomorphologie*. N°1, PP 95- 112

OUADJANE Youssef, YACINE El-Arbi Ait, BENZOUAGH Brahim, NASSIRI Laila, 2021, « évaluation des risques d'érosion hydrique et cartographie des zones vulnérables par la méthode Rusle couplée aux sig et à la télédétection dans le bassin

versant d'agoudal en amont de la vallée d'imilchil (haut atlas central, maroc) »  
*European Scientific Journal, P.66-91*

KHADDOUJ El Bouqdaoui, 2005, « Approche méthodologique par télédétection et SIG de l'évaluation du risque potentiel d'érosion hydrique dans le bassin versant de l'Oued Srou (Moyen Atlas, Maroc) » *Centre Royal de Télédétection Spatiale, Rabat-Maroc, p.25-35*

KHEMIR Khaoula, JEBARI Sihem, 2023, « Analyse fréquentielle du développement des ravins dans le semi-aride tunisien », *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires, p.278-288*