

Analyse Spatiale Des Niveaux D'eau D'inondation Du Fleuve Congo A L'aide Des SIG Et De La Télédétection : Etude Du Quartier Kingabwa (Limete)

Kanku Makolo Chérif

Chercheur En Télédétection Et SIG Orientés En Urbanisme Et Aménagement Du Territoire. Institut Géographique Du Congo

Bahizire Nkinzo Moïse

Chercheur En Télédétection Et SIG Orientés En Gestion Et Exploitation Des Eaux Et Forêts. Institut Géographique Du Congo RDC.

Ntumba Luboya Véronique

Chercheur En Gestion Et Exploitation Des Eaux Et Forêts. Institut Géographique Du Congo RDC

Muanza Luboya Auguy

Chercheur En Environnement Orienté Vers La Toponymie. Institut Géographique Du Congo RDC

Wabuandi Wabuandi Albert

Chercheur En Géomatique. Institut Géographique Du Congo

Lusongakio Mengi Ornella

Chercheur En Environnement : Contrôle Qualité. Institut Géographique Du Congo

Prof. Albert Kabasele Yenga-Yenga

Physicien Spécialiste En Climatologie Et Télédétection Spatiale Appliquées Aux Sciences Environnementales Et Géo-Environnement, Avec Une Expérience En Analyse Spatio-Temporelle Des Paramètres Climatiques Et Physico-Chimiques Des Milieux Tropicaux. Université Pédagogique Nationale.

Abstract

Floods represent a major hazard for population safety and urban development in cities located along the Congo River, particularly in neighborhoods built on low alluvial terraces. This study focuses on the Kingabwa neighborhood in Limete Commune (Kinshasa) and aims to spatially analyze floodwater levels using Geographic Information Systems (GIS) and remote sensing tools.

Landsat 8 and Sentinel-2 satellite images, a Digital Elevation Model (SRTM, 30 m), and hydrological data were integrated within a GIS environment to produce thematic maps of flood-prone areas and classify sectors according to their level of risk. The results show that low-altitude areas, located close to the river, are highly exposed to flooding, while slightly elevated sectors exhibit moderate to low risk. Overlay analysis with land use indicates that residential areas and infrastructures are directly affected, highlighting the vulnerability of local populations.

The study demonstrates that GIS and remote sensing are effective tools for flood mapping and risk management in urban areas. Recommendations are proposed for urban planning, risk prevention, and population awareness. These findings provide valuable insights into the flood dynamics of neighborhoods along the Congo River and contribute to improving strategies for reducing urban vulnerability.

Keywords: Flood, GIS, Remote Sensing, Congo River, Kingabwa, Urban Vulnerability.

Date of Submission: 09-07-2026

Date of Acceptance: 19-07-2026

I. Introduction

Les inondations constituent l'un des aléas naturels les plus récurrents et les plus destructeurs dans les zones urbaines, en particulier dans les pays en développement, où la croissance urbaine rapide s'accompagne

souvent d'une planification insuffisante (UNISDR, 2015 ; Douglas et al., 2008). Ces phénomènes sont aggravés par le changement climatique, qui influence la variabilité des précipitations et l'augmentation de la fréquence des événements extrêmes (IPCC, 2021).

La ville de Kinshasa, capitale de la République Démocratique du Congo, est régulièrement affectée par des inondations fluviales et pluviales, notamment le long du fleuve Congo, deuxième fleuve du monde par son débit moyen (Runge, 2008). Les quartiers installés sur les basses terrasses alluviales, tels que Kingabwa dans la commune de Limete, sont particulièrement exposés aux crues du fleuve, du fait de leur faible altitude et de leur proximité immédiate avec le lit majeur (Makanzu & Lelo, 2016).

Dans ce contexte, les Systèmes d'Information Géographique (SIG) et la télédétection apparaissent comme des outils incontournables pour l'analyse spatiale des inondations. Ils permettent l'intégration de données multisources (images satellitaires, modèles numériques de terrain, données hydrologiques) afin de spatialiser les niveaux d'eau et d'identifier les zones à risque avec une précision accrue (Jensen, 2015 ; Malczewski, 1999).

II. Zone D'étude

Cadre physique (avec références)

Le quartier Kingabwa est implanté sur une basse terrasse fluviale caractérisée par un relief faiblement incliné, typique des plaines alluviales du fleuve Congo (Runge & Nguimalet, 2005). Selon Lelo et Tshimanga (2014), ces unités morphologiques constituent des espaces naturellement exposés aux débordements fluviaux lors des périodes de crue.

Le climat de Kinshasa est de type tropical humide, marqué par une alternance de saisons sèches et pluvieuses, avec des précipitations annuelles moyennes supérieures à 1 400 mm (Mpiana et al., 2013). La combinaison des fortes précipitations et de la montée du niveau du fleuve contribue à l'extension spatiale des inondations dans les quartiers riverains.



Carte n°1 : Représentation administrative du Site

Apport des SIG et de la télédétection

L'utilisation des images satellitaires couplées aux SIG permet une analyse spatiale et quantitative des inondations, notamment à travers l'extraction des surfaces inondées et la modélisation des niveaux d'eau à partir des modèles numériques de terrain (Merwade et al., 2008). Les logiciels SIG offrent un environnement efficace pour la manipulation, l'analyse et la visualisation des données géospatiales liées aux risques hydrologiques (QGIS Development Team, 2023).

III. Données Et Méthodes

Données utilisées

La présente étude repose sur l'exploitation de données multisources intégrées dans un environnement SIG afin de permettre l'analyse spatiale et la spatialisation des niveaux d'eau d'inondation du fleuve Congo dans le quartier Kingabwa. Les données utilisées comprennent des images satellitaires, un modèle numérique de terrain, des données hydrologiques et des données cartographiques de base.

Images satellitaires

Des images satellitaires optiques à moyenne résolution spatiale ont été utilisées pour l'analyse de l'occupation du sol et la délimitation des zones inondées. Il s'agit principalement des images Sentinel-2 MSI, choisies pour leur disponibilité gratuite, leur couverture spatiale adéquate et leur résolution suffisante pour des études à l'échelle urbaine (Jensen, 2015).

Modèle Numérique de Terrain (MNT)

Le Modèle Numérique de Terrain constitue une donnée essentielle pour la spatialisation des niveaux d'eau. Dans cette étude, un MNT issu de la mission SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), avec une résolution spatiale de 5 mètres, a été utilisé pour caractériser la topographie du quartier Kingabwa.

Le MNT permet d'analyser les variations altitudinales, d'identifier les zones de basse altitude et de modéliser l'écoulement potentiel des eaux d'inondation. Plusieurs études ont montré la pertinence des MNT SRTM pour la cartographie des zones inondables à l'échelle régionale et locale (Merwade et al., 2008).

Données hydrologiques

Les données hydrologiques utilisées concernent principalement les niveaux d'eau du fleuve Congo, obtenus à partir des relevés disponibles auprès des services hydrologiques (Régie des Voies Fluviales) et de la littérature scientifique. Ces données permettent de définir des seuils de crue et de relier les hauteurs d'eau observées à leur extension spatiale dans la zone d'étude (Runge, 2008).

Données cartographiques de base

Des données cartographiques de base ont été intégrées afin d'améliorer la lisibilité et la précision des analyses spatiales. Il s'agit notamment de :

- Limites administratives (commune de Limete, quartier Kingabwa), Réseau hydrographique, Réseau routier issues de IGC (Institut Géographique du Congo);
- Quelques données issues d'OpenStreetMap.

Ces données ont servi de support à la production des cartes thématiques.

Traitement du Modèle Numérique de Terrain (MNT)

Le MNT SRTM a été corrigé afin de supprimer les valeurs aberrantes et les dépressions artificielles susceptibles d'affecter la modélisation hydrologique. Des opérations de lissage et de calcul de pentes ont été réalisées afin de mieux caractériser la topographie locale.

Méthodes d'analyse SIG

Les méthodes d'analyse spatiale adoptées reposent sur l'intégration des données topographiques, hydrologiques et satellitaires dans un environnement SIG afin de spatialiser les niveaux d'eau d'inondation.

Analyse altimétrique et identification des zones basses

Une analyse altimétrique a été réalisée à partir du MNT afin d'identifier les zones de basse altitude, considérées comme les plus vulnérables aux inondations. Les classes d'altitude ont été définies selon des seuils adaptés au contexte local, permettant de distinguer les zones fortement exposées des zones relativement protégées.

Cette approche est largement utilisée dans les études de cartographie des risques d'inondation, car elle permet une première identification des secteurs à risque à partir de critères topographiques simples (Leloup et al., 2014).

Spatialisation des niveaux d'eau d'inondation

La spatialisation des niveaux d'eau a été réalisée par croisement des données hydrologiques issues de RVF et du MNT. Les hauteurs d'eau correspondant aux différentes phases de crue ont été projetées spatialement afin de simuler l'extension potentielle des inondations.

Cette méthode repose sur le principe selon lequel les zones dont l'altitude est inférieure au niveau d'eau du fleuve sont susceptibles d'être inondées. Les résultats ont été cartographiés sous forme de surfaces inondées correspondant à différents niveaux d'eau (Merwade et al., 2008).

Tableau 1 : Chronique de données limnimétriques de la station de Port Public de 2014 à 2024.

Année	Hauteur Max en m
2014	4,53
2015	4,70
2016	4,70
2017	4,22
2018	4,14
2019	5,59
2020	5,26
2021	4,48
2022	5,00
2023	5,99
2024	6,23

Source : Régie des Voies Fluviales (RVF), 2025

Tableau 2 : Correspondance entre la hauteur d'eau du fleuve Congo et le degré d'inondation à Kinshasa

Hauteur max du fleuve (m)	Degré d'inondation	Niveau de risque
≥ 5,5	Forte	Très élevé
4,5 – 5,5	Moyenne	Elevé
< 4,5	Faible	Faible

Source : Régie des Voies Fluviales (RVF), 2025

Les seuils observés dans ce tableau sont adaptés au contexte hydromorphologique de Kinshasa afin de servir à une analyse spatiale du risque.

Analyse de superposition spatiale

Une analyse de superposition spatiale a été effectuée entre les zones inondées, l'occupation du sol et les infrastructures afin d'évaluer l'exposition des éléments anthropiques aux inondations. Cette méthode permet d'identifier les secteurs où les enjeux humains et matériels sont les plus importants.

Les opérations d'overlay ont été réalisées à l'aide des outils « Intersection » et « Union » de QGIS, permettant une analyse spatiale fine des interactions entre les différentes couches d'information (Malczewski, 1999).

Classification des zones à risque d'inondation

À partir des résultats de la spatialisation des niveaux d'eau, les zones du quartier Kingabwa ont été classées en trois catégories de risque :

- Zones à risque élevé d'inondation ;
- Zones à risque moyen ;
- Zones à faible risque.

Cette classification repose sur la combinaison des critères suivants :

- Altitude ;
- Proximité du fleuve Congo ;
- Fréquence estimée des inondations.

Outils et environnement de travail

L'ensemble des analyses spatiales a été réalisé à l'aide du logiciel de cartographie (Arcgis), choisi pour sa puissance analytique, sa flexibilité et son caractère open source.

Le logiciel de cartographie offre un large éventail d'outils adaptés aux études hydrologiques et à la cartographie des risques naturels (QGIS Development Team, 2023).

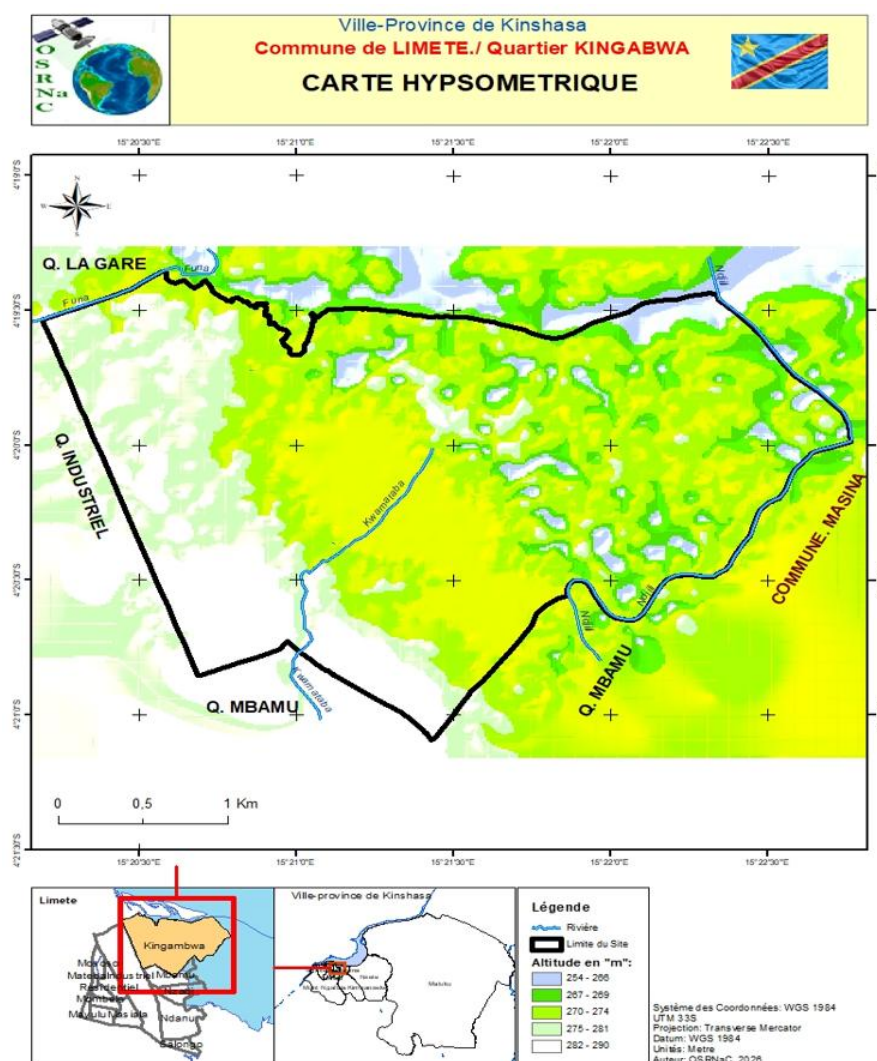
IV. Résultats

Analyse topographique et distribution altimétrique

L'analyse du Modèle Numérique de Terrain (MNT) du quartier Kingabwa met en évidence une topographie globalement plane, caractéristique des basses terrasses alluviales du fleuve Congo. Les altitudes observées varient faiblement, avec des valeurs plus basses enregistrées dans les secteurs proches du lit majeur du fleuve.

La carte hypsométrique révèle une concentration des altitudes les plus faibles dans la partie nord du quartier, directement en contact avec le fleuve Congo. Ces zones constituent des espaces privilégiés d'accumulation des eaux lors des périodes de crue. À l'inverse, les secteurs situés plus au sud présentent des altitudes légèrement plus élevées, offrant une protection relative contre les inondations.

Ces résultats confirment le rôle déterminant de la topographie dans la dynamique des inondations fluviales, tel que souligné par plusieurs travaux portant sur les plaines alluviales urbaines (Merwade et al., 2008 ; Lelo & Tshimanga, 2014).



Carte n°2 : Représentation d'un modèle Hypsométrique du Site

Spatialisation des niveaux d'eau d'inondation

La spatialisation des niveaux d'eau d'inondation, réalisée par croisement des données hydrologiques et du MNT, permet de visualiser l'extension potentielle des surfaces inondées en fonction des différentes hauteurs d'eau du fleuve Congo.

Les résultats montrent que, lors des niveaux de crue élevés, les eaux du fleuve débordent largement sur la basse terrasse de Kingabwa, couvrant une portion significative du quartier. Les zones les plus affectées correspondent aux secteurs de faible altitude, situés à proximité immédiate du fleuve, où les hauteurs d'eau simulées sont les plus importantes.

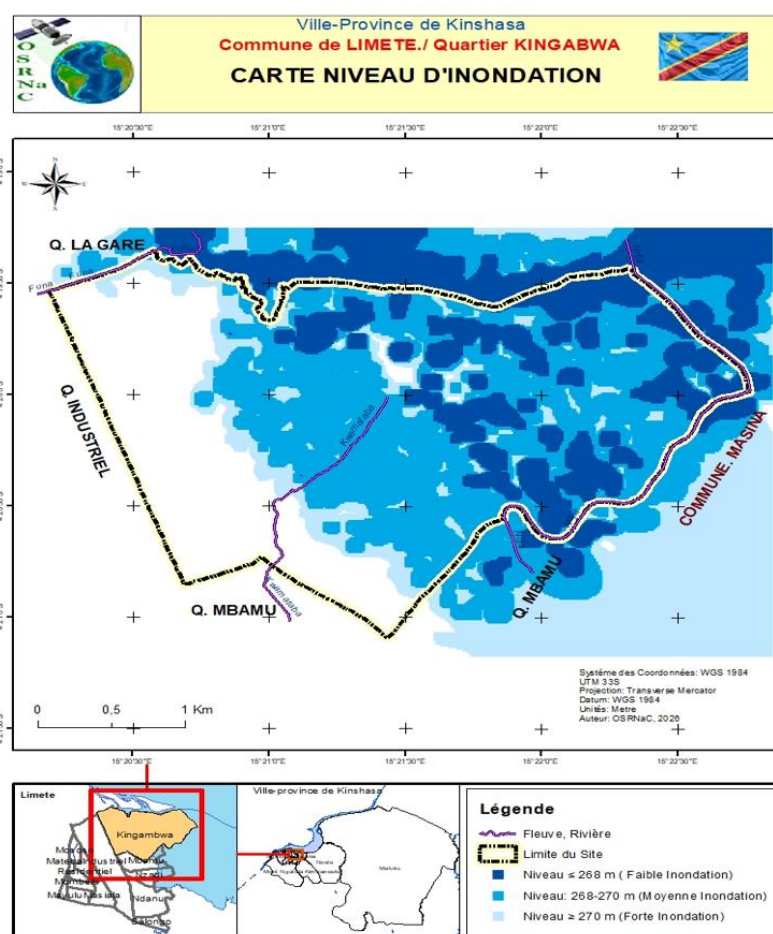
La cartographie des niveaux d'eau met en évidence une progression spatiale des inondations du nord vers le sud, suivant la pente naturelle du terrain. Cette dynamique spatiale illustre le lien étroit entre la topographie locale et l'extension des inondations, comme l'ont démontré d'autres études basées sur les SIG et la télédétection (Jensen, 2015).

Le niveau de base du fleuve considéré est de 265m (RVF, 2025)

Tableau 3 : Correspondance entre la hauteur d'eau et le niveau de base du Fleuve Congo

Hauteur max du fleuve (m)	Altitude de référence (m)	Niveau d'inondation (m)	Degré d'inondation	Correspondantes (mm/an)
≥ 5,5	265	≥ 270	Forte	> 1 600 mm/an
3,5 – 4,5	265	268- 270	Moyenne	1 300 – 1 600 mm/an
<3,5	265	< 268	Faible	< 1 300 mm/an

Source : RVF, METTELSAT, 2025



Carte n°3 : Spatialisation des niveaux d'inondation

Cette carte représente les niveaux d'inondation en rapport avec les classes d'hauteurs d'eau correspondant à la quantité annuelle des précipitations (pluies). La spatialisation des niveaux d'eau d'inondation est fonction de la géomorphologie du milieu d'autant plus qu'une grande partie du site se trouve sur plaine alluviale basse

Cartographie des surfaces inondées

À partir de la spatialisation des niveaux d'eau, les surfaces inondées ont été extraites et cartographiées sous Arcgis. Les résultats indiquent que les zones inondées représentent une proportion importante de la superficie totale du quartier Kingabwa lors des périodes de crue maximale.

Les cartes produites permettent de distinguer clairement les zones inondées de manière permanente ou récurrente des zones inondées de façon occasionnelle. Les premières correspondent aux secteurs les plus bas et les plus proches du fleuve, tandis que les secondes s'étendent vers l'intérieur du quartier lors des crues exceptionnelles.

Ces résultats confirment l'utilité des outils SIG pour la détection et la cartographie des surfaces inondées, offrant une représentation spatiale précise des zones à risque (McFeeters, 1996 ; Merwade et al., 2008).

Analyse spatiale des zones à risque d'inondation

La classification des zones à risque d'inondation, fondée sur l'altitude, la proximité du fleuve et la fréquence estimée des crues, permet d'identifier trois niveaux de risque distincts : élevé, moyen et faible.

Les zones à risque élevé sont principalement localisées dans la frange nord du quartier Kingabwa, en bordure immédiate du fleuve Congo. Ces secteurs sont caractérisés par de faibles altitudes, une exposition directe aux débordements fluviaux et une forte récurrence des inondations.

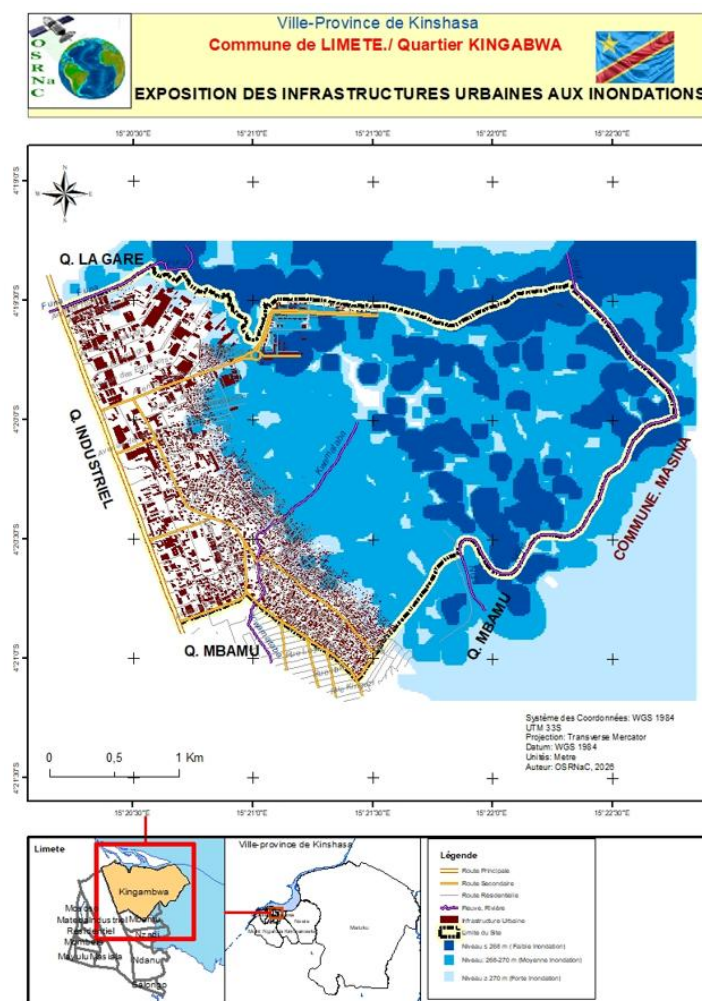
Les zones à risque moyen occupent une position intermédiaire, où les inondations se produisent principalement lors des crues importantes. Quant aux zones à faible risque, elles correspondent aux secteurs légèrement surélevés, moins fréquemment affectés par les inondations.

Cette zonation du risque constitue un outil d'aide à la décision pour la gestion urbaine et la prévention des catastrophes, en accord avec les recommandations des organismes internationaux en matière de réduction des risques naturels (UNISDR, 2015).

Exposition des éléments anthropiques

L'analyse de superposition spatiale entre les zones inondées et l'occupation du sol révèle une forte exposition des zones d'habitat résidentiel aux inondations. De nombreuses habitations sont implantées dans des secteurs classés à risque élevé, ce qui accentue la vulnérabilité des populations locales.

Les infrastructures routières et certains équipements socio-économiques sont également affectés par les inondations, perturbant les activités quotidiennes et accentuant les pertes économiques. Ces résultats mettent en évidence l'impact direct de l'urbanisation non planifiée dans les zones inondables, phénomène largement documenté dans les villes africaines (Douglass et al., 2008).



Carte n°4 : Exposition des infrastructures et Habitats aux Inondations

Cette carte illustre de manière directe la situation dans laquelle se trouve les infrastructures et habitat lors des inondations du fleuve Congo.

L'analyse repose sur une classification altimétrique des niveaux d'eau, permettant de distinguer trois degrés d'inondation, conformément aux approches de cartographie du risque hydrologique (Pigeon, 2005).

Les zones de faible inondation sont localisées principalement dans les secteurs légèrement surélevés du quartier, notamment vers la partie Est du quartier. Ces espaces sont affectés uniquement lors de crues exceptionnelles du fleuve Congo, ce qui réduit la fréquence des dommages aux infrastructures urbaines (Di Baldassarre et al., 2010). Toutefois, l'extension urbaine non contrôlée accroît progressivement la vulnérabilité de ces zones (UN-Habitat, 2018).

Les zones de moyenne inondation occupent une large portion centrale du quartier Kingabwa. Elles correspondent à des espaces régulièrement touchés par les crues saisonnières et par les débordements du réseau hydrographique local. Ces secteurs présentent une vulnérabilité modérée à élever, caractérisée par des inondations récurrentes entraînant la dégradation des routes secondaires et des habitats précaires (Makanzu Imbanda, 2014 ; Pigeon, 2005).

Les zones de forte inondation sont situées le long de la berge du fleuve Congo et en continuité avec la commune de Masina. Elles correspondent au **lit majeur du fleuve**, naturellement destiné à l'expansion des eaux en période de crue. L'implantation d'infrastructures urbaines dans ces zones traduit une occupation anthropique inadaptée, exposant fortement les populations et les équipements aux submersions prolongées (UN-Habitat, 2018 ; Di Baldassarre et al., 2010).

V. Discussion Des Résultats

Apport de l'analyse SIG et de la télédétection dans l'étude des inondations

Les résultats obtenus démontrent clairement la pertinence des Systèmes d'Information Géographique et de la télédétection dans l'analyse spatiale des niveaux d'eau d'inondation du fleuve Congo. L'intégration des données satellitaires, du Modèle Numérique de Terrain et des données hydrologiques a permis de produire des cartes thématiques détaillées, offrant une vision spatiale précise des zones exposées aux inondations dans le quartier Kingabwa.

La spatialisation des niveaux d'eau constitue un apport méthodologique majeur, car elle permet de dépasser une simple description qualitative des inondations pour proposer une analyse quantitative et cartographique du phénomène. Cette approche rejoint les travaux de Merwade et al. (2008), qui soulignent l'importance de la modélisation spatiale dans la compréhension des dynamiques d'inondation en milieu urbain.

Influence de la topographie sur l'extension des inondations

L'analyse topographique a mis en évidence le rôle fondamental du relief dans la distribution spatiale des inondations. Les zones de basse altitude, principalement situées le long du fleuve Congo, sont systématiquement les plus affectées lors des crues. Cette configuration confirme que la topographie constitue un facteur déterminant de la vulnérabilité aux inondations, comme l'ont démontré plusieurs études menées dans les plaines alluviales africaines (Runge, 2008 ; Lelo & Tshimanga, 2014).

La faible pente observée dans le quartier Kingabwa favorise l'accumulation et la stagnation des eaux, limitant leur évacuation naturelle. Cette situation accentue la durée et l'intensité des inondations, aggravant ainsi les impacts sur les populations et les infrastructures.

Vulnérabilité urbaine et occupation du sol

Les résultats révèlent une forte interaction entre l'extension spatiale des inondations et l'occupation du sol. Les zones classées à risque élevé correspondent majoritairement à des secteurs densément urbanisés, souvent occupés par des habitats précaires. Cette situation traduit une urbanisation non planifiée, caractéristique de nombreux quartiers périphériques de Kinshasa.

Selon Douglas et al. (2008), l'occupation des zones inondables par des populations vulnérables constitue l'un des principaux facteurs d'aggravation des risques naturels en milieu urbain africain. Les résultats de cette étude confirment cette tendance et soulignent la nécessité d'intégrer la dimension spatiale des risques dans les politiques d'aménagement urbain.

Limites de l'étude

Malgré les résultats encourageants, certaines limites doivent être soulignées. La résolution spatiale du MNT SRTM (30 m) peut ne pas permettre une représentation très fine des micro-reliefs urbains, susceptibles d'influencer localement la propagation des eaux. De plus, l'accès limité à des données hydrologiques continues et détaillées constitue une contrainte pour la modélisation précise des niveaux d'eau.

Toutefois, ces limites n'affectent pas la validité globale des résultats et ouvrent des perspectives d'amélioration, notamment par l'utilisation de MNT à plus haute résolution (LiDAR, photogrammétrie par drone) et de séries temporelles d'images satellitaires.

VI. Conclusion Et Recommandations

Conclusion

Cette étude avait pour objectif d'analyser spatialement les niveaux d'eau d'inondation du fleuve Congo dans le quartier Kingabwa, en mobilisant les outils des Systèmes d'Information Géographique et de la télédétection. Les résultats obtenus ont permis de confirmer la forte vulnérabilité de ce quartier, liée à sa localisation sur une basse terrasse fluviale, à sa faible altitude et à une urbanisation dense et non planifiée.

La spatialisation des niveaux d'eau a révélé une extension significative des surfaces inondées lors des périodes de crue, affectant directement les zones d'habitat et les infrastructures. L'approche méthodologique adoptée démontre que les SIG et la télédétection constituent des outils efficaces pour la cartographie des zones inondables et l'analyse des risques hydrologiques en milieu urbain.

L'hypothèse de recherche selon laquelle la combinaison des données satellitaires et des SIG permet une représentation fiable des niveaux d'eau d'inondation est ainsi confirmée. Cette étude apporte une contribution scientifique utile à la compréhension des dynamiques d'inondation dans les quartiers riverains du fleuve Congo.

Recommandations

Au regard des résultats obtenus, plusieurs recommandations peuvent être formulées :

- intégrer les cartes des zones inondables dans les documents de planification urbaine de la commune de Limete ;
- renforcer la réglementation de l'occupation du sol dans les zones à risque élevé d'inondation ;
- développer des systèmes de suivi et d'alerte précoce basés sur les SIG et la télédétection ;
- sensibiliser les populations locales aux risques d'inondation et aux mesures de prévention ;
- encourager l'utilisation de données géospatiales à haute résolution pour améliorer la précision des analyses futures.

Ces recommandations visent à contribuer à une meilleure gestion des risques d'inondation et à une réduction durable de la vulnérabilité des populations du quartier Kingabwa.

Références Bibliographiques

- [1]. Di Baldassarre, G., Montanari, A., Lins, H., Koutsoyiannis, D., Brandimarte, L., & Blöschl, G. (2010). Flood Fatalities In Africa: From Diagnosis To Mitigation. *Journal Of Hydrology*, 385(1–4), 93–102.
- [2]. Douglas, I., Alam, K., Maghenda, M., McDonnell, Y., Mclean, L., & Campbell, J. (2008). Unjust Waters: Climate Change, Flooding And The Urban Poor In Africa. *Environment And Urbanization*, 20(1), 187–205.
- [3]. IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Cambridge University Press.
- [4]. Jensen, J. R. (2015). *Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective* (4th Ed.). Pearson Education.
- [5]. Lelo, N., & Tshimanga, R. M. (2014). Dynamiques Urbaines Et Vulnérabilité Aux Inondations A Kinshasa. *Revue Congolaise De Géographie*, 3, 45–62.
- [6]. Makanzu Imbanda, J. (2014). *Inondations Et Occupation Des Zones A Risque A Kinshasa*. Revue Congolaise De Géographie.
- [7]. Makanzu, M., & Lelo, N. (2016). Occupation Du Sol Et Risques D'inondation Dans Les Quartiers Riverains Du Fleuve Congo A Kinshasa. *Cahiers Africains De Géographie*, 8(2), 77–94.
- [8]. Malczewski, J. (1999). *GIS And Multicriteria Decision Analysis*. John Wiley & Sons.
- [9]. Mcfeeters, S. K. (1996). The Use Of The Normalized Difference Water Index (NDWI) In The Delineation Of Open Water Features. *International Journal Of Remote Sensing*, 17(7), 1425–1432.
- [10]. Merwade, V., Olivera, F., Arabi, M., & Edleman, S. (2008). Uncertainty In Flood Inundation Mapping. *Journal Of Hydrology*, 356(1–2), 1–12.
- [11]. Mpiana, P. T., Tshibola, C. K., & Ngoy, B. M. (2013). Caractéristiques Climatiques De La Ville De Kinshasa. *Annales De l'Université De Kinshasa*, 5, 23–38.
- [12]. Pigeon, P. (2005). *Géographie Des Risques Naturels*. Armand Colin, Paris.
- [13]. QGIS Development Team. (2023). *QGIS Geographic Information System*. Open Source Geospatial Foundation.
- [14]. Runge, J. (2008). The Congo River, Central Africa. In *Large Rivers: Geomorphology And Management*. Wiley.
- [15]. UNISDR. (2015). *Global Assessment Report On Disaster Risk Reduction*. United Nations.
- [16]. UN-Habitat (2018). *Flood Risk And Urban Resilience In African Cities*. Nairobi.