



ARTICLE DE RECHERCHE

Article Info.:

Reçu : le 07/03/2026

Accepté: le 16/04/2026

Publié : le 19/04/2026

IMPREGNATION DES OUTILS NUMERIQUES DANS L'EVOLUTION ET LE SUIVI DE LOTISSEMENT DES QUARTIERS KISENSO GARE, DINGI-DINGI ET NSOLA DANS LA COMMUNE DE KISENSO A KINSHASA DE 1984 à 2025

Georges Mbom Mbaka ^{1,*}, René Gizanga Valu ¹, Jean-Jacques Uzele Umul ², Fils Milau Empwal ¹, Céline Matumona Seva ³, Fils Makanzu Imwanzana ^{2,4}

<https://doi.org/10.70237/jafrisci.2026.v3.i3.16>

Résumé

Face à l'urbanisation non maîtrisée de Kinshasa, les outils numériques offrent un potentiel pour le suivi de l'occupation des sols. Dans les quartiers Kisenso Gare, Dingi-Dingi et Nsola (commune de Kisenso), l'auto-urbanisation entraîne une dégradation des espaces agricoles et végétaux. Cette étude vise à démontrer l'apport de la télédétection et des SIG pour suivre l'évolution spatiale et la dynamique du NDVI entre 1984 et 2025. La méthodologie combine observation et expérimentation : traitement d'images multi-temporelles (Landsat 5, 7, 8, 9 et SAS Planet) par classification supervisée (maximum de vraisemblance) et calcul du NDVI. Les résultats montrent une expansion spectaculaire du bâti, passant de 10 ha en 1984 à 192 ha en 2025, soit une multiplication par 19. Simultanément, les zones agricoles régressent de 114 ha à 37 ha et la végétation de 144 ha à 39 ha. Le NDVI confirme une urbanisation accélérée, Kisenso-Gare apparaissant comme le dernier bastion écologique. En conclusion, la pression urbaine a provoqué une perte massive de couverture végétale et agricole, soulignant l'urgence de stratégies d'aménagement intégrant la conservation des espaces naturels et le contrôle de l'étalement urbain.

Mots-clés: Télédétection, Système d'information géographique, Urbanisation, Numérique

Abstract

Faced with uncontrolled urbanization in Kinshasa, digital tools offer significant potential for monitoring land use. In the Kisenso Gare, Dingi-Dingi, and Nsola neighborhoods of the Kisenso municipality, self-urbanization is leading to the degradation of agricultural and vegetated areas. This study aims to demonstrate the value of remote sensing and GIS for tracking spatial changes and NDVI dynamics between 1984 and 2025. The methodology combines observation and experimentation: processing multi-temporal images (Landsat 5, 7, 8, 9, and SAS Planet) using supervised classification (maximum likelihood) and NDVI calculation. The results show a dramatic expansion of built-up areas, increasing from 10 hectares in 1984 to 192 hectares in 2025 - a 19-fold increase. Simultaneously, agricultural land declined from 114 hectares to 37 hectares, and vegetation cover fell from 144 hectares to 39 hectares. The NDVI confirms accelerated urbanization, with Kisenso-Gare emerging as the last ecological stronghold. In conclusion, urban pressure has caused a massive loss of vegetation and agricultural cover, underscoring the urgent need for planning strategies that integrate natural area conservation and urban sprawl control.

Keywords: Remote sensing, Geographic Information System, Urbanization, Digital

1. Introduction

La numérisation est devenue l'une des forces dominantes de la transformation continue des sociétés, de la construction et de la configuration de nos villes, ainsi que de la théorie et de la pratique de l'aménagement du territoire [1], [2], [3], [4], [5], [6].

Les outils numériques sont développés et utilisés dans l'organisation et le suivi de l'occupation du sol [7]. L'intervention des outils numériques dans le domaine foncier à Kinshasa est d'une grande importance car la ville de Kinshasa ayant une population estimée à près de 17 millions d'habitants en 2021 [8], est parmi le système urbain le plus étendu de l'Afrique et a la croissance la plus rapide de la sous-région. Si

Correspondance : georgembom1@gmail.com (G. M. Mbaka)

Copyright : © The Author(s) Published under a Creative Commons Attribution 4.0 International Licence (CC BY 4.0)

¹ Université de Kinshasa, Faculté des Sciences et Technologies, Sciences et Gestion de l'Environnement, Kinshasa/Lemba, RDC

² Université de Kinshasa, Faculté des Sciences et Technologies, Mention Géosciences, Unité de Recherches et de Formation en Gestion des Risques Naturels (URF-GRN), Kinshasa/Lemba, B.P. : 190 Kinshasa XI, RDC

³ Centre de Recherche en Télédétection, Direction Scientifique, Kinshasa/Gombe, RDC

⁴ Centre de Recherches Géologiques et Minières, Laboratoire de Géomorphologie et Télédétection, Kinshasa/Gombe, B.P. : 898 Kinshasa I, RDC

cette tendance se maintient, elle pourrait devenir la métropole la plus importante d'Afrique. Cette perspective constitue une opportunité, mais aussi un risque que les conditions de vie des populations à Kinshasa se précarisent davantage. La ville pouvant devenir ainsi le plus grand bidonville d'Afrique, si l'urbanisation n'est pas bien gérée [9].

De 24 communes que compte la ville, celle de Kisenso n'est pas épargnée de la problématique de l'auto-urbanisation qui constitue un défi et une opportunité. Notons que le site collinaire de la partie méridionale de Kinshasa, connaît ses premières occupations humaines dans les années 1930 [10]. Parmi les conséquences immédiates de cette forme d'occupation du sol, on peut mentionner plusieurs problèmes parmi ceux-ci : les phénomènes d'érosion ravinante, la détérioration des conditions de vie, l'inaccessibilité aux services publics et infrastructures urbaines, l'isolement social et géographique, la dégradation de l'agriculture en périphérie urbaine, ainsi que l'occupation des zones non aedificandi [11]. Cependant, les espaces sont remis en cause et le recul de la végétation est prononcé car ne pouvant dresser aucune résistance aux besoins irrésistibles d'une population nécessitant ainsi passer le site bâti de la ville de 115 ha en 1884 à 159 000 ha en 1998. Pareille progression prouve de manière ostentatoire de la mauvaise gestion foncière des terres [12]. Cette expansion non réfléchie de l'occupation du sol se justifie par le manque de politique d'information adéquate du tissu urbain pour assurer une gestion efficace de l'évolution des zones périurbaines. De par cette occupation, il est remarqué un manque d'infrastructure de base et une auto-extension des quartiers Kisenso Gare, Dingi Dingi et Nsola.

Alors, quelques questions méritent-elles d'être posées, à savoir : (i) Quel a été le rythme de l'occupation du sol de 1984 à 2025 des quartiers en étude ; (ii) Existe-il encore une importante superficie pouvant assurer l'agriculture péri-urbaine ? (iii) Quelle est la santé végétale et la vulnérabilité géomorphologique des quartiers en étude de 1984 à 2025 ? Cette étude poursuit comme objectif général de démontrer l'apport et l'importance de l'intégration des outils du numérique dans l'évolution et le suivi de lotissement de trois quartiers sélectionnés de la commune de Kisenso à Kinshasa de 1984 à 2025, et ce, en suivant l'évolution de l'occupation spatiale et la connaissance de la dynamique de l'indice par différence Normalisée de la Végétation de la zone.

Comme on le sait, les technologies numériques jouent un rôle crucial dans le développement urbain et rural, en créant des synergies entre réseaux, en mutualisant les données et en développant des applications basées sur l'utilisation des appareils mobiles. Cette étude emploiera plus d'outils numériques pour la "gestion environnementale des espaces urbains". Cette approche facilitera la collecte, le stockage, l'analyse et le traitement rapide des données pour suivre l'urbanisation des quartiers Dingi-Dingi, Kisenso-Gare et Nsola, en utilisant les technologies SIG. Les acteurs principaux de l'aménagement urbain peuvent par le truchement de cette étude s'approprier la préoccupation alarmante de l'auto-urbanisation dans la ville de Kinshasa, en général et des quartiers Kisenso-Gare, Dingi-dingi et Nsola en particulier. Ainsi, les vues paysagères et les images satellitaires des quartiers en étude apparaissent comme bon support du débat. Elles permettront de comprendre l'évolution spectaculaire de l'espace, la rétrospective et les prospectives à l'aide de la

télé-détection et de l'outil SIG.

2. Matériel et méthodes

2.1. Zone d'étude

Située au sud-est de la ville, Kisenso fait partie de 24 communes que compte Kinshasa et s'étend sur une superficie de 16,6 Km² (Fig.1). Elle est une municipalité située essentiellement sur une colline éponyme, avec des pentes allant de 4 à 18%. Au sommet de la colline se trouve un plateau d'environ un kilomètre de long, qui sépare le site en quatre pentes : Matete, Riflaert, Salongo et Cimetière. La municipalité de Kisenso est principalement caractérisée par la présence d'arbres fruitiers. Spécifiquement, la zone d'étude comprend trois quartiers de la commune de Kisenso, il s'agit des quartiers Kisenso-Gare, Dingi-Dingi et Nsola (Fig.1).

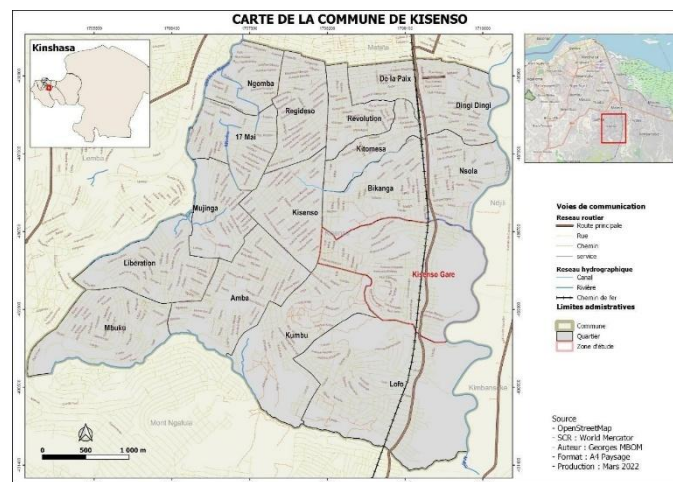


Figure 1: Carte administrative de la commune de Kisenso et Zone d'étude

Avant 1960, la commune de Kisenso n'était qu'une vaste étendue verte où la faune et la flore vivaient côte à côte. Ce fut une vaste savane où les citadins, en particulier les cheminots, effectuaient des cultures vivrières. Cette savane était aussi un endroit propice à la chasse et à la cueillette. Jusque-là, Kisenso était inhabitée, exception faite du côté de Livulu (Commune de Lemba) où quelques personnes avaient construit leur domicile, le long de la rivière de Matete. La commune de Kisenso est issue d'un village de *HUMBU* où la plupart de résidents de l'époque fabriquaient des bacs destinés aux brasseries et limonaderies sises actuellement à N'djili Brasserie. Au fil du temps et avec l'extension de la ville, cette aire a été reconnue comme une zone annexe du territoire suburbain de Kimwenza, rattachée à la troisième zone urbaine du ministère de l'Intérieur sous l'appellation de Kisenso. A la suite de l'explosion démographique qu'elle a connue, la zone annexe de Kisenso fut élevée au rang des communes urbaines de la ville de Kinshasa, par l'ordonnance présidentielle n°68024 du 20 décembre 1968. Ensuite, ses limites territoriales furent fixées par l'arrêté ministériel n°69-0042 du 13 Janvier 1969.

2.2. Matériel d'acquisition des données

Les équipements et outils repris au Tableau 1 ont servi pour collecter les informations pour cette étude :

- un récepteur GPS (Global Positionning System) de marque Garmin 60S pour le prélèvement des coordonnées géographiques sur le terrain ;

les logiciels utilisés dans les différentes étapes de traitement et d'analyse des données satellitaires, sont repris dans le Tableau 1 ci-dessous :

Tableau 1. Les différents logiciels utilisés

Logiciels	Applications
ArcGIS Pro.	Il a permis de cartographier la zone d'étude, et les zones d'occupation du sol, les calculs des superficies des classes d'occupation du sol créées mais aussi la carte hypsométrique de la zone d'étude.
Google Earth Pro	Utilisation des images satellites de Google (vue aérienne) de la zone d'étude afin de vérifier la classification et la réalité du terrain.
Microsoft Excel 2016	Il a servi à l'élaboration des graphiques sur base des données des superficies des classes d'occupation du sol issues du traitement du logiciel.

2.3. Données utilisées

Les données utilisées ont été extraites de la scène Thematic Mapper (TM) de Landsat 5, de la scène ETM+ de Landsat 7, de

la scène Operational Land Imager (OLI) de Landsat 8 et 9, SAS Planet, avec Path 173 et Row 59 ayant les caractéristiques reprises au Tableau 2.

Tableau 2. Caractéristiques des données utilisées

Types de données	Dates d'acquisition	Format	Résolution spatiale	Sources de données	Utilisation
Landsat 5	07 Sept.1984 16 Janv.1995	Raster	30m	Earth Explorer de l'USGS http://earthexplorer.usgs.gov/	Analyse de l'état initial et suivi de la dynamique de l'occupation du sol
Landsat 7 ETM+	20 Juin 2002	Raster	30m (15 m Pan)	Earth Explorer de l'USGS http://earthexplorer.usgs.gov/	Etude intermédiaire de l'étalement urbain
Lansat 8 & 9 OLI	07 Juillet 2017 26 janvier 2025	Raster	30m (15 m Pan)	Earth Explorer de l'USGS http://earthexplorer.usgs.gov/	Analyse et calcul d'indice (NDVI) Etat des lieux de la zone d'étude
SAS Planet	05 Mai 2025	Raster	1m	Satellite Maxar www.maxar.com	Validation, réalité du terrain et identification précise

2.4. Approche méthodologique

Pour l'atteinte de l'objectif principal poursuivi dans cette étude, l'option a été levée de mener une étude sur l'évolution de l'occupation du sol dans la zone d'étude, et ce, en usant de la méthode d'observation, de la photo-interprétation et de la technique analytique des images satellitaires. Celles-ci ont subi un prétraitement afin de corriger les déformations géométriques et radiométriques qu'elles ont subies. Lors du prétraitement des images satellitaires extraites, on a effectué une succession d'opérations indispensables qui précèdent l'analyse principale et l'extraction des informations. Il s'agit notamment des corrections géométriques et radiométriques des images et de l'application de filtres. Ensuite, le calcul de chaque unité d'occupation de sol, et les compositions colorées des bandes 4,

5 et 7 des données TM et 5, 6 et 7 OLI ont été réalisées afin de faciliter l'identification et la différenciation des types d'occupation du sol.

Ensuite, le calcul des surfaces de chaque unité d'occupation de sol a facilité la classification supervisée. Pour se rassurer de la qualité de cette classification, l'évaluation de la précision a été effectuée à l'aide d'une matrice de confusion, selon la méthode décrite par [13] par la formule (1) de coefficient de Kappa et la précision totale par la formule (2), ensuite la formule (3) a été utilisée pour le NDVI. Le coefficient de Kappa donne une estimation plus précise (qui tient compte des pixels bien classés) de la qualité de la classification :

$$K = \frac{C_o - C_a}{1 - C_o} \dots\dots\dots (1)$$

Où K : Coefficient de Kappa ;
 Co : Concordance observée (somme des effectifs diagonaux divisée par le total général des points) ;
 Ca : Concordance attendue (somme des produits des effectifs marginaux divisée par le carré du total général des points). ; le Tableau 3 expose la plage de variation de l'estimateur Kappa. Ce tableau renseigne la qualité d'une classification en fonction de la valeur obtenue pour le coefficient de Kappa [14].

Tableau 3. Appréciation de l'estimateur Kappa

$$P_g = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_u(i) \text{ ou } P_p(i) \times 100$$

Accord	Kappa
Discordance avérée	< 0%
Médiocre	0 – 40%
Modéré	40 – 60%
Bon	61 – 80%
Très bon	> 80%

$$NDVI = [(P_{pir} - PR) / (P_{pir} + PR)] \dots \dots \dots (3)$$

Où ρ_R : Réflectance dans la bande rouge ;
 ρ_{PIR} : Réflectance dans la bande proche infrarouge.

Il y a deux grands groupes de méthodes de classification d'images dont les méthodes de classification dirigée et les méthodes de classification automatique. L'expérience a montré que les méthodes de classification automatique donnent généralement des résultats moins fiables que les méthodes de classification dirigées [15]. Ainsi dans cette étude, on a dû opter pour une méthode de classification dirigée ou supervisée utilisant des parcelles d'apprentissage. L'algorithme de classification adopté est celui du maximum de vraisemblance qui reste toujours la méthode de référence en matière de classification d'images [16]. Il a été appliqué sur chacune des images composites lors des classifications supervisées, dans la mesure où elle fournit pour chaque pixel un indice de certitude

lié à ce choix [17]. On a pris un certain nombre de parcelles d'apprentissage pour chaque classe d'objet, où l'algorithme a extrait les caractéristiques statistiques de chaque classe pour les utiliser ensuite afin reconnaître la classe à laquelle un pixel de l'image doit être affecté. Cette technique a consisté à mener une comparaison d'images post-classifiées. L'évolution des différents types d'occupations est appréciée en termes de changement de superficie.

Enfin, pour déterminer le dynamisme de l'occupation des sols, le taux moyen annuel d'expansion spatiale (T) est calculé à partir des 3 superficies initiale et finale en utilisant la formule de Bernier (1992) présentée par la Formule (4) :

$$T = [(\ln S_2 - \ln S_1) / ((t_2 - t_1) \times \ln e)] \times 100 \dots \dots \dots (4)$$

Où S_1 et S_2 : Superficie d'une unité paysagère à la date t_1 et t_2 respectivement ;
 $t_2 - t_1$: Nombre d'années d'évolution ;
 ln : Logarithme népérien ;
 e : Base du logarithme népérien (e = 2,7).

On a aussi collecté les informations sur le terrain, qui ont suivi une démarche méthodologique : acquisition et prétraitement des données, calculs statistiques des superficies et le pourcentage des unités d'occupation de notre zone d'étude. On a ensuite reproduit les diagrammes pour mieux voir la tendance de ces unités d'occupation de sol.

3. Résultats et discussion

3.1. Evolution de l'occupation du sol de 1984 - 2025

La Figure 2 présente une analyse diachronique de l'occupation du sol, mettant en évidence des dynamiques spatiales significatives entre 1984 et 2025. Les résultats d'analyse sont aussi illustrés dans le graphique repris à la Figure 3

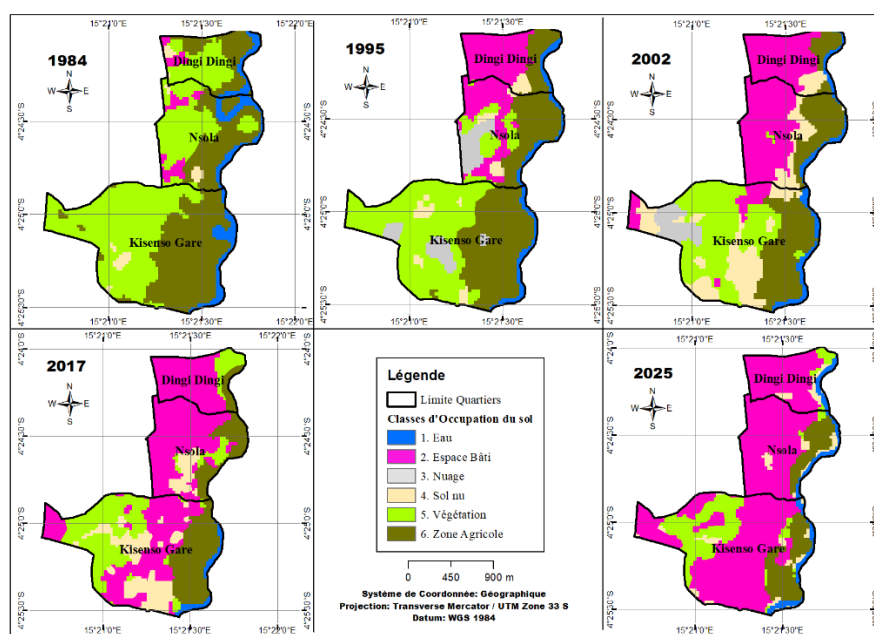


Figure 2: Cartes d'évolution diachronique de l'occupation du sol de 1984 à 2025

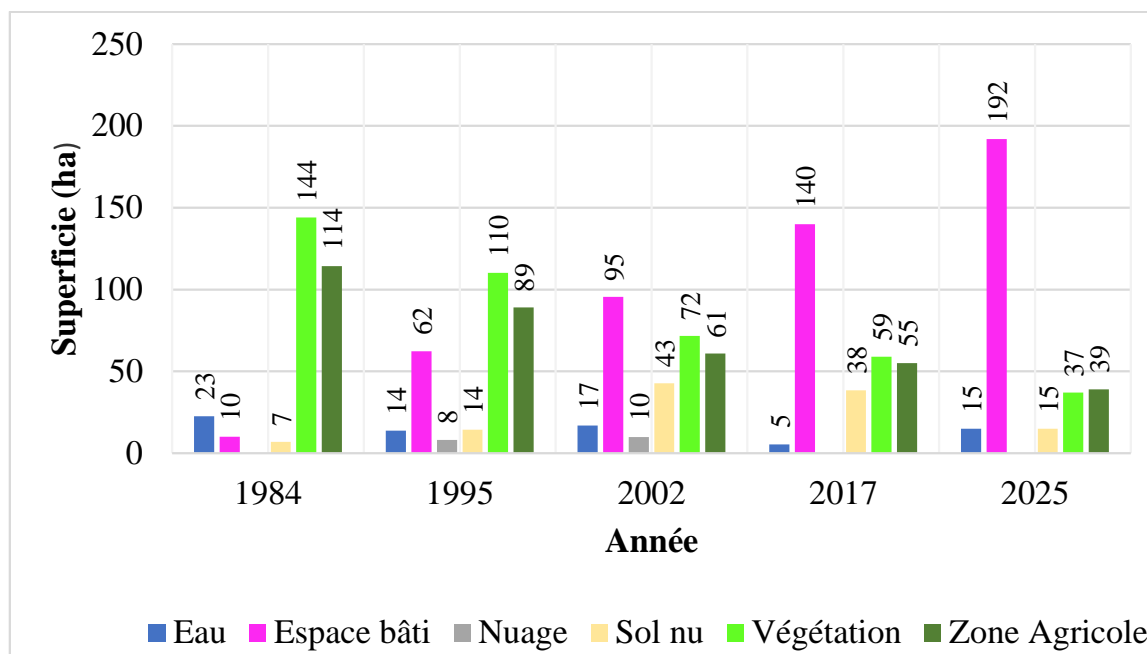


Figure 3 : Rythme évolutif de l'occupation du sol de 1984 -2025

La Figure 3 ressort les résultats suivants : la superficie des espaces bâtis a considérablement augmenté, passant de 10 ha en 1984 à 192 ha en 2025 ; favorisant ainsi une régression très significative de la zone agricole, passant de 114 ha en 1984 à 37 ha en 2025 ; suivi de la diminution de la superficie de la végétation, passant de 144 ha en 1984 à 39 ha en 2025. Cette croissance spectaculaire, paraît être multipliée par près de 19 fois en 41 ans. La superficie des sols nus a fluctué au fil des années, avec une diminution initiale suivie d'une augmentation en 2017, puis une nouvelle diminution en 2025. Ces variations peuvent refléter des phases de construction, de défrichage ou des périodes de sécheresse. Les surfaces en eau sont restées relativement stables, avec une légère hausse en 2017. Ces variations peuvent être liées à des changements saisonniers et aux méandres du cours d'eau principal.

3.2. Matrice de la transition de l'occupation du sol

Avant d'aborder la matrice de transition, la Précision globale ou Moyenne pondérée des pixels bien classés est de 90% avec l'Indice de Kappa d'environ 86% en 1984, ce qui montre qu'il y a un Bon accord pour la classification supervisée de l'image de 1984. En 1995, on a obtenu une précision globale de 86 %, accompagnée d'un indice Kappa d'environ 81,5 %, qui témoignent de la fiabilité du modèle de classification. La matrice de confusion établie pour l'année 2002 met en évidence une performance notable dans la classification de l'occupation du sol. En effet, la précision globale atteint 91 %, ce qui témoigne de la fiabilité du modèle utilisé pour distinguer les différentes classes d'occupation du territoire. De plus, l'indice de Kappa, évalué à environ 87 %, souligne une forte concordance entre les classes prédites et les classes réelles, renforçant la validité des résultats obtenus. La matrice de confusion de 2017 pour la classification de l'occupation du sol révèle une performance globalement satisfaisante, avec une précision globale de 89 % et un indice de Kappa de 84,4 % ; ce qui indique une bonne concordance entre les classes prédites et les classes de référence, au-delà du simple hasard. La matrice de confusion de 2025 révèle une classification globalement

fiable de l'occupation du sol avec une précision globale de 90 % et un indice de Kappa de 83,6 %, indiquant une bonne concordance entre les classes prédites et les données de référence, bien que certaines classes présentent des faiblesses notables.

Quant à la Matrice de transition de l'occupation du sol entre 1984 et 2025, elle est exposée au Tableau 4, et permet d'analyser les dynamiques spatiales, la stabilité des classes et les changements d'affectation des terres sur la période étudiée. La superficie totale de la zone d'étude est estimée à 297 ha. L'analyse de la diagonale principale de la matrice indique les surfaces demeurées inchangées entre 1984 et 2025. Les résultats montrent une stabilité relative des classes Eau (10,6 ha), Espace bâti (10,1 ha), Végétation (30,9 ha) et Zone agricole (28,5 ha). En revanche, la classe Sol nu présente une faible stabilité (0,3 ha), traduisant son caractère transitoire et sa sensibilité aux transformations anthropiques. Les flux de conversion les plus significatifs concernent l'expansion de l'espace bâti, qui constitue la principale destination des surfaces issues des autres classes. En effet, l'espace bâti en 2025 (191,6 ha) provient majoritairement de la végétation (105,1 ha) et des zones agricoles (68,5 ha), ainsi que, dans une moindre mesure, des sols nus soit 5,4 ha. La classe Végétation, qui représentait une part importante de l'occupation du sol en 1984 soit 143,8 ha, a subi des pertes considérables au profit de l'espace bâti, du sol nu et, dans une moindre mesure, des zones agricoles. Bien qu'une surface non négligeable (30,9 ha) soit restée stable, la conversion massive vers l'urbanisation indique une dégradation progressive du couvert végétal. Les zones agricoles présentent une dynamique contrastée. Si 28,5 ha est resté stable, une proportion importante a été convertie en espace bâti soit 68,5 ha, révélant une régression nette de l'agriculture face à la pression urbaine. Les gains agricoles issus des autres classes restent marginaux, ce qui confirme la faible capacité de reconquête des terres agricoles. La classe Eau apparaît comme la plus stable sur l'ensemble de la période étudiée. Les conversions vers ou depuis cette classe demeurent limitées, suggérant une relative constance des surfaces hydriques. Entre

1984 et 2025, l'évolution de l'occupation du sol est caractérisée par une urbanisation rapide et dominante, accompagnée d'une régression marquée de la végétation et des zones agricoles. Ces résultats soulignent la nécessité de stratégies d'aménagement

intégrant des mesures de contrôle de l'étalement urbain et de conservation des espaces naturels.

Tableau 4. Matrice de transition 1984 à 2025

Classes d'occupation du sol		Classe d'occupation du sol 2025					Total Général
		Eau	Espace Bati	Sol nu	Végétation	Zone Agricole	
Occupation du sol 1984	Eau	10,6	2,5	1,2	2,3	5,9	22,4
	Espace Bati		10,1				10,1
	Sol nu		5,4	0,3	0,4		6,1
	Végétation		105,1	5,5	30,9	2,3	143,8
	Zone Agricole	4,4	68,5	7,6	5,3	28,5	114,3
	Total Général	15,0	191,6	14,5	38,9	36,7	297

3.3. Indice de végétation (NDVI) de 1984 à 2025

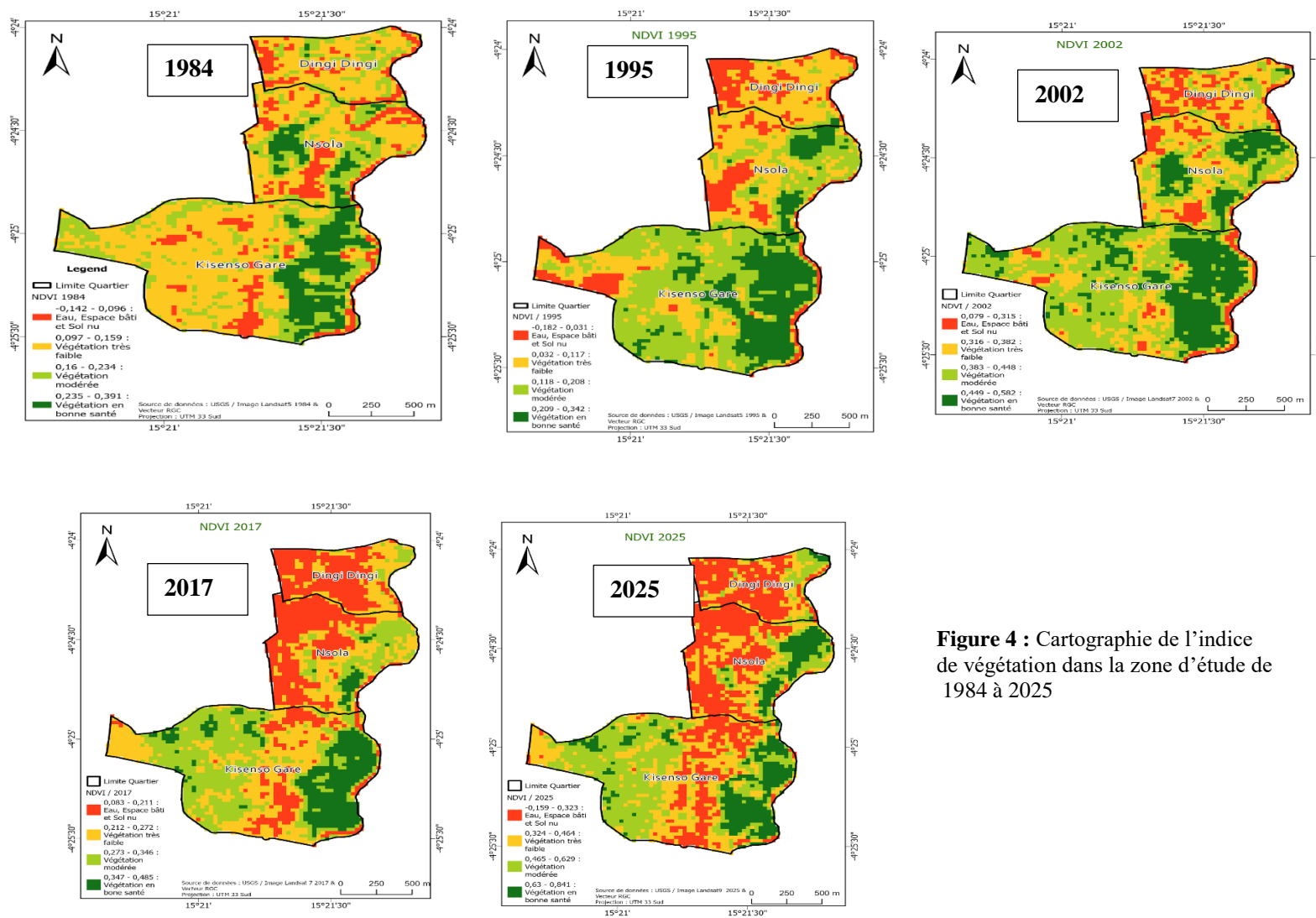


Figure 4 : Cartographie de l'indice de végétation dans la zone d'étude de 1984 à 2025

La Figure 4 expose la cartographie de l'évolution de l'indice de végétation, qui représente la répartition spatiale des valeurs NDVI, qui sont indicatives de la densité et de la santé de la végétation. Le NDVI varie généralement entre -1 et +1. On peut retenir qu'en 1984, les valeurs varient entre 0,16 à 0,391. Ces zones en vert et vert foncé représentent une végétation modérée et celle en bonne santé. Une minorité des sols nus et bâti avec des valeurs négatives voire proche de zéro (-0,142 à 0,096).

En 1995, la végétation s'est fragmentée avec une baisse de la valeur maximale jusqu'à 0,342. Les sols nus et bâti s'étendent légèrement entre -0,182 et 0,031). En 2002, les valeurs de la végétation varient entre 0,383 et 0,582. Cette augmentation pourrait se justifier par une repousse saisonnière mais le nord et le centre de la zone démontrent une surface qui a perdu la vigueur de sa biomasse. En 2017, l'année où le changement est le plus brutal, avec une chute de la valeur maximale de la végétation jusqu'à 0,485. Et, on constate une augmentation des valeurs des sols nus et bâti qui varient entre 0,083 et 0,211 qui envahissent la partie centrale et s'étendent vers l'ouest. Et en 2025, la situation est critique. La zone est dominée par le rouge et orange. La végétation dense a presque disparu avec une valeur de 0,6. Bien que la valeur maximale de la végétation est de 0,841, la carte démontre une coloration très significative en rouge qui stipule une dégradation avancée et très menacée de la couverture végétale au profit des bâtis et sols nus.

3.4. Discussion

Après ces investigations sur l'étude diachronique de l'évolution et suivi du lotissement des quartiers de la commune de Kisenso de 1984 à 2025, les résultats démontrent une augmentation considérable des espaces bâtis, passant de 10 ha en 1984 à 192 ha en 2025. Ceux-ci favorisent ainsi une régression très significative de la zone agricole, passant de 114 ha en 1984 à 37 ha en 2025. Ils sont suivis de la diminution de la superficie de la végétation, passant de 144 ha en 1984 à 39 ha en 2025. La superficie des sols nus a fluctué au fil des années, avec une diminution initiale suivie d'une augmentation en 2017, puis une nouvelle diminution en 2025. Ces variations peuvent refléter des phases de construction, de défrichage ou des périodes de sécheresse. Les surfaces en eau sont restées relativement stables, avec une légère hausse en 2017. Ces variations peuvent être liées à des changements saisonniers et aux méandres du cours d'eau principal. Cette croissance est typique des dynamiques observées dans les pays en développement où les villes s'étendent souvent de manière non planifiée [18]. L'urbanisation rapide est souvent liée à une pression foncière accrue et à une expansion urbaine non contrôlée [19]. Une autre étude montre que de 1979 à 1995, la végétation a perdu environ 185,3 km², en passant de 1310 à 1152 km². La période suivante jusqu'à 2015 est marquée par une forte perte de sols végétalisés qui passent de 742,7 à 705,8, de l'ordre de 446 km². Ainsi, une forte augmentation des bâtis passe de 130,8 Km² en 1979 à 535,6 Km² en 2015. Durant l'ensemble de la période prise en compte, la catégorie des espaces végétalisés a perdu 604 km² et les superficies bâties ont progressé d'environ 405 km² [20].

Lambin & Meyfroidt (2011) trouvent une diminution de près de 70 % due à la conversion des terres agricoles en zones urbaines, un phénomène bien documenté dans les périphéries urbaines. Ils expliquent que cette perte de terres agricoles soulève des enjeux

de sécurité alimentaire et de résilience rurale [21]. Les variations observées peuvent être liées à des changements dans les pratiques agricoles, à une pression foncière accrue ou à des phénomènes naturels. La perte de végétation affecte les services écosystémiques tels que la régulation climatique, la filtration de l'eau et le stockage du carbone [22].

L'évolution du NDVI entre 1984 et 2025 dans les quartiers de Dingi-Dingi, Nsola et Kisenso Gare met en évidence une dynamique typique de transition paysagère urbaine. Ces quartiers ont été marqués par une intensification progressive de l'urbanisation. La diminution du NDVI constatée sur la période étudiée est le reflet direct d'une perte notable de services écosystémiques. Parmi ces services, on relève la régulation thermique, essentielle pour atténuer les effets d'îlot de chaleur urbain, le stockage du carbone qui contribue à atténuer le changement climatique, la filtration de l'air participant à une meilleure qualité atmosphérique, ainsi que le maintien de la biodiversité qui garantit la résilience des écosystèmes locaux [23]. L'observation d'une polarisation spatiale croissante entre les zones urbanisées et les espaces végétalisés résiduels souligne l'aggravation des inégalités environnementales. Cette tendance, confirmée dans d'autres contextes urbains, montre que les populations habitant dans les quartiers les plus urbanisés sont davantage exposées à une dégradation de leur environnement et à une diminution de la qualité de vie [24].

4. Conclusion

Cette étude avait pour objectif de suivre l'évolution de l'occupation spatiale et connaître la dynamique de l'indice par différence Normalisée de la Végétation de la zone. La méthode d'observation et d'expérimentation ont servi à analyser la dynamique de l'occupation du sol, cette méthode a démontré une augmentation de la superficie des espaces bâtis passant de 10 ha en 1984 à 192 ha en 2025, favorisant ainsi une régression très significative de la zone agricole en passant de 114 ha en 1984 à 37 ha en 2025. A cela s'ajoute la diminution de la superficie de la végétation, passant de 144 ha en 1984 à 39 ha en 2025. Cette croissance est spectaculaire car, multipliée par près de 19 fois en 41 ans. La cartographie du changement d'occupation et d'utilisation des sols a permis d'identifier les surfaces agricoles perdues et de mettre en valeur un processus de conversion des surfaces agricoles en espace bâtis et en Sols nus. Et voire l'évolution de la couverture végétale. L'évolution du NDVI entre 1984 et 2025 dans les quartiers de Dingi-Dingi, Nsola et Kisenso Gare met en évidence une dynamique typique de transition paysagère urbaine. Ces quartiers ont été marqués par une intensification progressive de l'urbanisation.

Références bibliographiques

- [1] Douay, N., 'L'urbanisme collaboratif : l'action publique face aux défis de la ville numérique', ISTE éditions, Londres, 2018, 194.
- [2] Colding, J., Barthel, S., Ljung, R., Eriksson, F., & Sjöberg, S., 'Urban commons and collective action to address climate change', *Social Inclusion*, 7(1), 2019, 103-114.
- [3] Raco, N., & Savini, F., 'The Planning for Luxury : the Politics of Elite Urban Development' *International Journal of Urban and Regional Research*, New York, 2019, 246.

- [4] Sielker, F., & Smith, I., "The future of the European Built Environment", *Journal of Urban Systems and Sustainability*, 12 (2), 2019, 45-62.
- [5] George, C., "Sustainable Urban Development in the 21st Century", Academic Press, Oxford, 2020, 238p.
- [6] Potts, R., "The new Urban Agenda and the city", Springer Nature, Amsterdam University Press, 2020, 230.
- [7] Hatuka, T., Hadas, Z., Ariel, M. et Eran, T., "The Right to the city in the digital age", *International Journal of Urban and regional Research*, 55(11), 2019, 33-54.
- [8] Banque Mondiale, "Rapport de l'urbanisation en RDC : Des villes pour la Croissance" Work bank publication, 2021, 184.
- [9] De Saint Moulin, L., "Villes et organisation de l'espace en République Démocratique du Congo", L'Harmattan, Paris, 2010, 302.
- [10] Fumunzanza, G., "Kinshasa d'un quartier à l'autre", L'Harmattan, Paris, 2008, 260.
- [11] Lusamba, J., "Urbanisation et gestion des déchets à Kinshasa", PUK, 2008, 218.
- [12] Lelo Nzuzi, F., "Kinshasa : Ville et Environnement", L'Harmattan, Paris, coll. Espace Afrique, 2008, 282.
- [13] Foody, G., "Status of land cover classification accuracy assessment", *Remote sensing of Environment*, 80 (1), 2002, 185-201.
- [14] Fabbro, P., "Statistique inférentielle : variables qualitatives-mesure de la concordance : coefficient Kappa", Université de Liège, 2006, 13.
- [15] Mbiya Kangudia, J., Opey Ambur, J., Makanzu Imwangana, F., "Étude de la dynamique spatio-temporelle du Parc Marin des Mangroves (PMM) à la côte Atlantique de Muanda, RD Congo", *Afrique Science* 24 (4), 2024, 59 – 68. ISSN 1813-548X, <http://www.afriquescience.net>
- [16] Landis, J.R, Koch, G.G., "The measurement of observer agreement for categorical data", *Biometrics*, 33 (1977), 1977, 159 – 174.
- [17] MAS, J.F., "Une revue des méthodes et des techniques de télédétection du changement", *Can J. Remote sensing*, 26, 2000, 349-362.
- [18] Seto, K., Fragkias, M., Guneralp, B., & Reilly, M., "A Meta-Analysis of Global Urban Land Expansion", *PLoS ONE*, 6(8), 2011, e23777
- [19] Makanzu Imwangana, F., Kiangabeni, C., Ilito, P.D., Matungila Juve, J., "Preuve et impact d'un auto-aménagement urbain dans le bassin versant de la Lukunga à Kinshasa", *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture* 5(4), 2022, 85-96. <https://www.rafeacongo.com/?pages=article&id=196>
- [20] Messina, J., Kouagou, R., Sambieni, A., Mbevo P., Mate J.P., Bogaert, J., et Halleux, J.M., "Croissance de l'urbanisation morphologique à Kinshasa entre 1979 et 2015 : analyse densimétrique et de la fragmentation du bâti", *Belgeo* 3, 2019, 1-22.
- [21] Lambin, E., & Meyfroidt, P., "Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity", *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, 108(9), 2011, 3465-3472.
- [22] MEA (Millennium ecosystem Assessment), "Ecosystem and Human well-being : synthesis", Island press, Washington, DC, 2005, 148p.
- [23] Zhang, Y., Li, X., Wang, J., Liu, S., Chen, H., & Zhao, M., "Modeling the impacts of urban expansion on regional carbon sequestration : A case study of tropical developing cities", *Journal of Cleaner Production*, 412, 2026, 115-129.
- [24] Usmanu Danfodiyo University & Universiti Putra Malaysia., "Join report on tropical land Management and Sustainability", Rapport de collaboration, 2023, 120.