

Rôle de la géomatique dans la gestion durable des bassins versants : application au bassin versant de la LUKAYA en RDC

The role of geomatics in the sustainable management of watersheds: application to the LUKAYA watershed in the DRC

Charles OTSHUDI LOMANGA

Licencié en Environnement

Université Pédagogique Nationale de Kinshasa

Corneille MOSETE BUNGALASA

Enseignant et Chercheur

Université Pédagogique Nationale de Kinshasa

Daniel MUDINGA MUDINGA

Enseignant et Chercheur

Université Pédagogique Nationale de Kinshasa

Archal NGANDOTE MUTEMUSA

Enseignant et Chercheur

Université Pédagogique Nationale de Kinshasa

Joseph RUZINDANA IDRIS

Enseignant

Institut Supérieur Pédagogique de Tshikapa et Chercheur au Centre National de télédétection (CNT) Kinshasa

Roland KAKULE KASEREKA

Professeur et Chercheur

Université Pédagogique Nationale de Kinshasa et Directeur Général du Centre de Recherches Géologiques et Minières de la RDC

Date de soumission : 15/01/2026

Date d'acceptation : 28/02/2026

Pour citer cet article :

OTSHUDI LOMANGA C. (2026) «Rôle de la géomatique dans la gestion durable des bassins versants : application au bassin versant de la LUKAYA en RDC », *Revue Internationale du chercheur*, « Volume 7 : Numéro 1 » pp : 1293-1319

Résumé

Cette étude dans le bassin versant de la Lukaya a pour objectif de déterminer l'incidence de l'occupation du sol sur la température ambiante et ressortir un outil d'indication spécifique que les planificateurs et décideurs peuvent s'en servir dans l'aménagement de cet espace. Les différentes cartes de l'occupation du sol, NDVI, LST, issues de la géomatique, montrent que :

Dans un laps de temps allant de 2001 à 2025, soit 24 ans après ; le bassin versant de Lukaya a connu une augmentation des sols nus de 68% soit et surfaces bâties de 53%, ceux-ci sont les classes de l'occupation du sol participant à la régression de 5% de Lambeau forestier et forêt galerie, tandis que les herbes et arbustes ont perdu 20% de leurs superficies au profit des sols nus et surfaces bâties.

Le bassin versant de la Lukaya a été affecté par une augmentation de la proportion des zones anthropisées sur le NDVI de 4% de la régression de la couverture végétale.

Dans le décalage allant de 2001 à 2025, le bassin versant de la Lukaya a été marqué par une évolution croissante de la température de 3°C, pour les deux niveaux (haut et bas).

Des stratégies ont été proposées pour atténuer les effets négatifs de l'occupation du sol dans le bassin versant de la Lukaya en vue d'une gestion plus durable et rationnelle de cet espace.

Mots clés : diachronique, sol, température ambiante, bassin versant, couverture végétale.

Abstract

This study in the Lukaya watershed aims to determine the impact of land cover on ambient temperature and to develop a specific indicator tool that planners and decision-makers can use in land-use planning.

The various land cover maps, NDVI, and LST, generated using geomatics, show that:

Over a period of 24 years, from 2001 to 2025, the Lukaya watershed experienced a 68% increase in bare soil and a 53% increase in built-up areas. These land cover classes contributed to a 5% decrease in forest fragments and gallery forests, while grasses and shrubs lost 20% of their area to bare soil and built-up areas

The Lukaya watershed has been affected by a 4% increase in the proportion of human-modified areas on the NDVI, along with a decline in vegetation cover.

.In the period from 2001 to 2025, the Lukaya watershed experienced a temperature increase of 3°C at both the upper and lower elevations.

Strategies have been proposed to mitigate the negative effects of land use in the Lukaya watershed, aiming for more sustainable and rational management of this area.

Keywords: diachronic, soil, ambient temperature, watershed, Plant cover

Introduction

Actuellement dans le monde divers groupes de décideurs et d'usagers s'emploient à promouvoir de nouvelles stratégies visant à concevoir des modes de gestion durables et viables des ressources en eau (Sironneau, 1996).

Ces approches requièrent l'élaboration d'un cadre global et cohérent, intégrant simultanément les paramètres physiques, biologiques, socio-économiques et culturels. Aussi bien les sciences humaines que les sciences naturelles ont cherché à définir un tel cadre de référence. De nos jours, ce cadre de conciliation est largement reconnu dans l'approche du bassin versant (Child et Armour, 1995 ; Montgomery *et al.*, 1995 ; Québec, 2002).

Face à ce problème planétaire, Kinshasa n'est pas épargné non plus. Confronté aux problèmes de crues et d'inondations qui sont plus fréquents que les séismes (Lusamba, 2023). Cette situation est due principalement à une mauvaise gestion des principaux bassins versants de la ville. D'où la question principale à savoir : Quel est le rôle de la géomatique dans la gestion des bassins versants de la ville de Kinshasa en général et du bassin de la Lukaya en particulier ?

Dans cette perspective, la géomatique apparaît comme un outil central d'aide à la compréhension et à la gestion intégrée des bassins versants de kinshasa en général et du bassin versant de la Lukaya en particulier.

1. Milieu d'étude

Situé à la fois sur la province du Kongo Central et la périphérie de la capitale de Kinshasa, le bassin versant de la Lukaya, est reparti sur une superficie de plus au moins 34971 hectares.

Le bassin est drainé par un réseau hydrographique particulièrement dense avec une multitude de petites sources et cours d'eau, dont la rivière Lukaya constitue le cours d'eau le plus important. Située entre les latitudes Sud 4°27' et 4°41' et les longitudes Est 15°10' et 15°20', la rivière parcourt une distance d'environ 50 km. Elle prend sa source dans la province du Kongo Central, précisément dans la vallée du village Ntampa pour se jeter, au niveau de N'Djili-Kilambu, dans la rivière N'Djili qui, elle, se jette directement dans le fleuve Congo au niveau de la ville-province de Kinshasa.

2. Matériels et procédures

2.1. Matériels

2.1.1. Données utilisées

La présente étude s'appuie sur des données de télédétection et des données altimétriques permettant l'analyse diachronique de l'occupation du sol et de la température ambiante dans le bassin versant de la Lukaya. Les données exploitées sont les suivantes :

Images satellitaires Landsat TM acquises le 21 avril 2001 et le 16 mars 2011, utilisées pour l'analyse des états initiaux de l'occupation du sol et de la couverture végétale ;

Image satellitaire Landsat 8 OLI/TIRS du 21 avril 2016, mobilisée pour le suivi intermédiaire des changements spatio-temporels ;

Image satellitaire Landsat 8 OLI/TIRS du 25 juillet 2025, utilisée pour l'évaluation récente de la dynamique de l'occupation du sol et de la température de surface ;

Modèle Numérique de Terrain SRTM à 30 mètres de résolution, employé pour la délimitation du bassin versant, l'extraction du réseau de drainage et l'analyse morphométrique.

2.1.2. Outils de traitement et d'analyse

Le traitement, l'analyse et la cartographie des données ont été réalisés à l'aide des outils suivants :

ArcGIS 10.3.2 (version étudiante), utilisé pour le prétraitement des images, la classification de l'occupation du sol, le calcul des indices spectraux (NDVI, LST), la délimitation du bassin versant et la production cartographique ;

Microsoft Excel Office 2013, employé pour le traitement statistique des données, l'analyse comparative des superficies des classes d'occupation du sol et la mise en forme des résultats numériques.

2.2. Procédure méthodologique

La méthodologie mise en œuvre s'appuie sur une approche géomatique intégrative, conjuguant les techniques de télédétection multi-temporelles et les capacités analytiques des systèmes d'information géographique (SIG). Chaque variable étudiée incluant le calcul de l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI), la délimitation du bassin versant, la classification de l'occupation du sol et la modélisation de la température de surface (Land Surface

Temperature, LST) a été traitée selon un protocole dédié, décrit de manière systématique ci-dessous.

Dans une phase initiale, les images satellitaires Landsat (TM pour 2001 ; OLI/TIRS pour 2016 et 2025) ont subi une série de prétraitements. Ceux-ci comprenaient la correction géométrique par recalage sur une base de référence, la correction radiométrique visant à atténuer les effets atmosphériques et instrumentaux, ainsi que l'uniformisation des systèmes de projection. Ces opérations ont garanti l'homogénéité géospatiale et la comparabilité interannuelle des données, réduisant ainsi les biais induits par les conditions d'acquisition et les spécificités des capteurs.

Ensuite, le NDVI a été calculé selon l'algorithme conventionnel à partir des réflectances dans le rouge (RED) et le proche infrarouge (NIR). Cet indice a permis de caractériser l'état phénologique et la dynamique spatio-temporelle de la couverture végétale au sein du bassin versant de la Lukaya, et d'examiner ses interactions avec les autres classes d'occupation du sol.

Parallèlement, la délimitation du bassin versant a été effectuée à partir d'un modèle numérique de terrain (MNT) SRTM à résolution spatiale de 30 mètres. L'extraction des paramètres hydrologiques : direction d'écoulement, accumulation de flux et réseau hydrographique a permis de déterminer les limites topo-hydrographiques objectives du bassin et d'identifier son exutoire principal.

La modélisation de la température de surface (LST) a suivi une chaîne de traitement physique en plusieurs étapes. Tout d'abord, les nombres numériques (DN) des bandes thermiques ont été convertis en radiance spectrale au sommet de l'atmosphère. Cette radiance a ensuite été transformée en température de brillance (brightness temperature) à l'aide des constantes de calibration propres aux capteurs TM et TIRS.

L'émissivité de surface (ϵ) a été estimée par une relation empirique fondée sur le NDVI, tenant compte de la variabilité des types de couverture. Enfin, la LST a été dérivée par correction de la température de brillance en fonction de l'émissivité, selon l'approche mono-fenêtre (mono-window algorithm) pour Landsat 5 et l'algorithme de split-window pour Landsat 8. Les résultats, exprimés en degrés Celsius, ont permis de générer des cartes diachroniques de LST et d'identifier l'évolution des îlots de chaleur urbains et ruraux.

L'ensemble des traitements a été intégré dans un environnement SIG, favorisant la superposition, l'analyse spatiale et la synthèse multivariée des couches thématiques. Cette démarche méthodologique structurée a ainsi facilité l'établissement de corrélations entre

l'évolution de l'occupation du sol, la dynamique végétale et les variations thermiques de surface, fournissant une assise quantitative rigoureuse pour l'évaluation des impacts environnementaux et l'élaboration de scénarios de gestion durable du bassin versant.

3. Présentation des données et discussion de résultats

Il est question dans ce point de présenter et de faire la discussion des différents résultats de nos recherches commençant par rappeler les principaux résultats attendus.

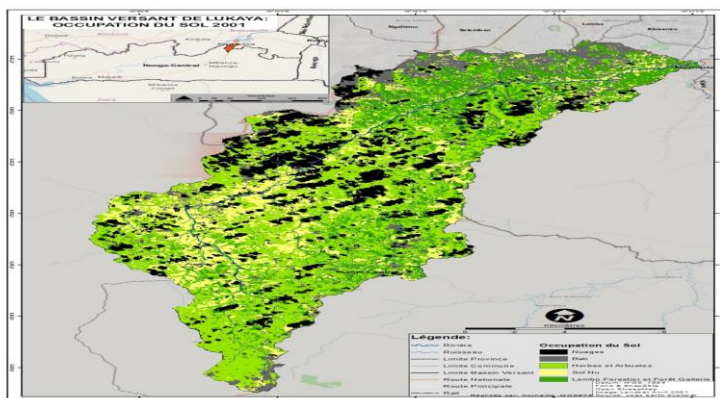
3.1. Présentation des données de l'occupation du sol

L'étude spatio-temporelle de l'occupation du sol du bassin versant de la Lukaya entre 2001 et 2025 a été faite à partir des images Landsat (5,7et 8) de la zone d'étude. Cinq classes d'occupation ont été déterminées et la superficie couverte par les différentes classes a été évaluée.

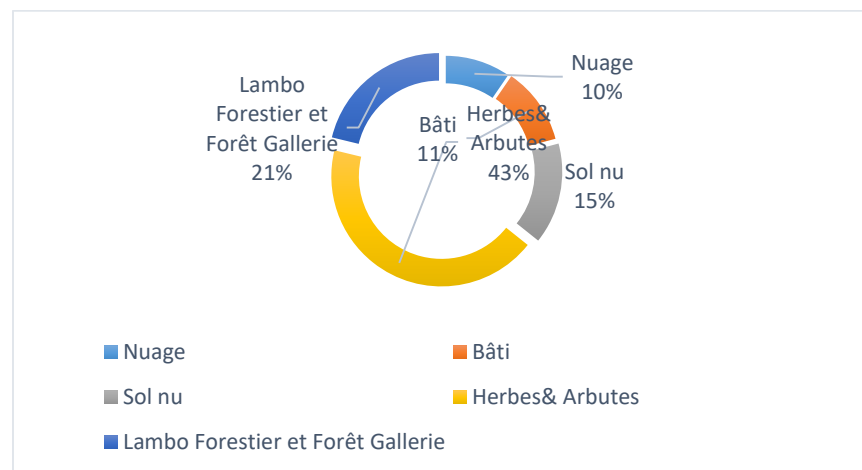
3.1.2. Analyse par an

Il s'agit en ce point d'analyser la dynamique de l'occupation spatiale dans le bassin versant de la Lukaya par année.

Figure n° 13. Occupation du sol, 2001



Source : Réalisée par l'auteur,

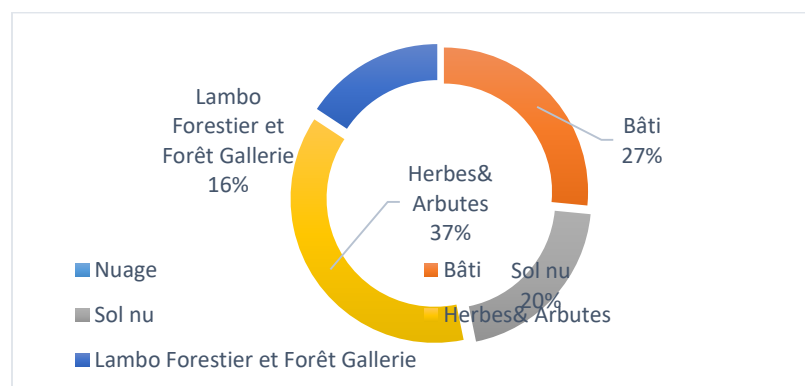
Figure n°14. Occupation du sol 2001


Source : Réalisée à partir de la classification 2001

3.2 Occupation du sol

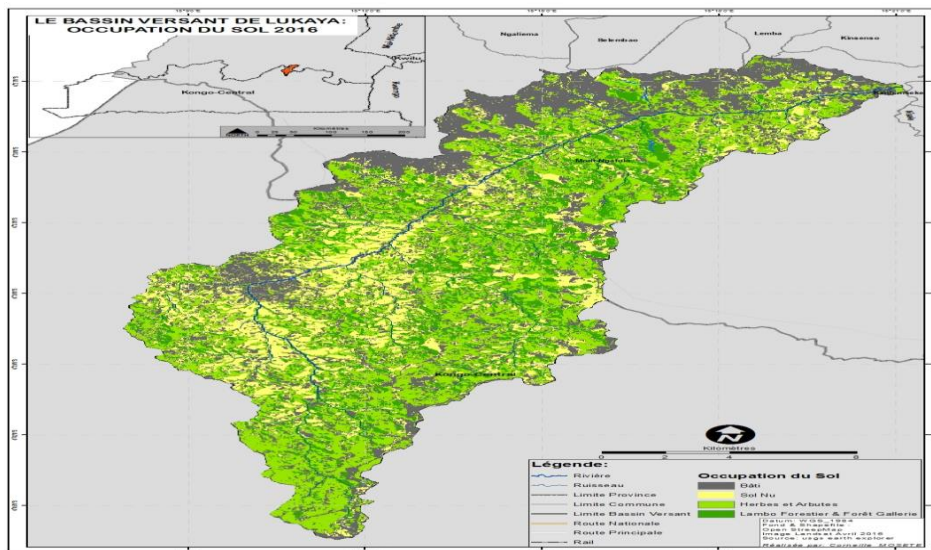
Selon la figure 13, en 2001, le bassin versant de la rivière Lukaya était principalement occupé par les herbes et arbustes, avec 15 060 ha, soit 43 % de la superficie totale. Venaient ensuite les lambeaux forestiers et forêts galeries, représentant 21 % (soit 7 344 ha). Les sols nus et les zones bâties occupaient ensemble 26 % du territoire (9 092 ha), soit seulement 5 % de plus que la superficie des lambeaux forestiers. Enfin, les nuages couvraient 10 % de la zone d'étude (3 497 ha). Comme l'illustre la figure.

Occupation du sol 2016

Figure n° 15 : Occupation du sol, 2016


Source : Réalisée par l'auteur

Figure n°16. Occupation du sol en 2016

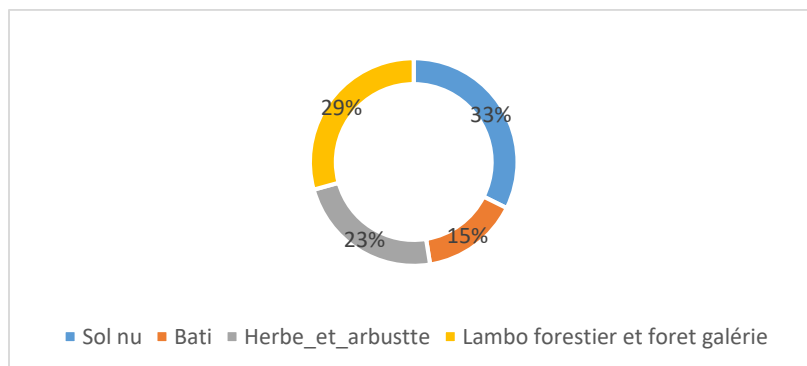


Source : Réalisée à partir de la classification 2016

En 2016, la classe des herbes et arbustes occupe 37 % du bassin versant de la rivière Lukaya, soit 12 939,27 ha. Les zones bâties viennent en deuxième position avec 27 % de l'ensemble, soit 9 442,17 ha. Le sol nu occupe 20 % du territoire, soit 6 994,20 ha, tandis que les lambeaux forestiers et forêts galeries ne représentent plus que 16 %, soit 5 595,36 ha, comme l'illustre la figure.

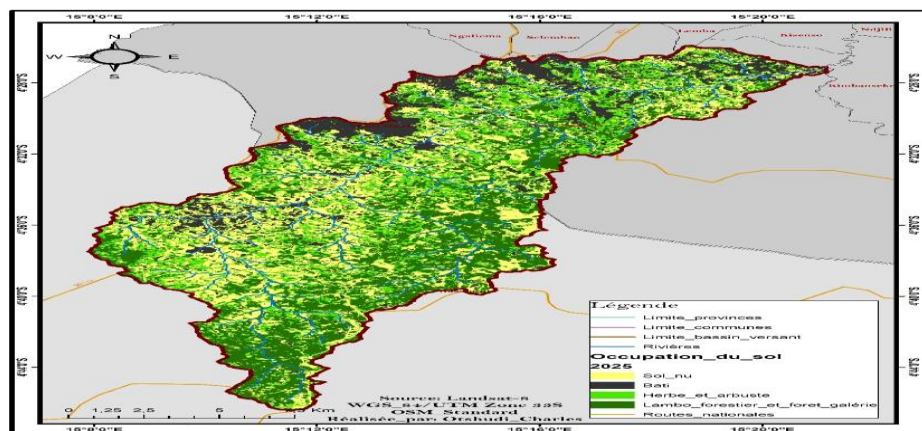
➤ Occupation du sol 2025

Figure n° 17 : Occupation du sol, 2025



Source : Réalisée par l'auteur

Figure n° 18 : Occupation du sol en 2025

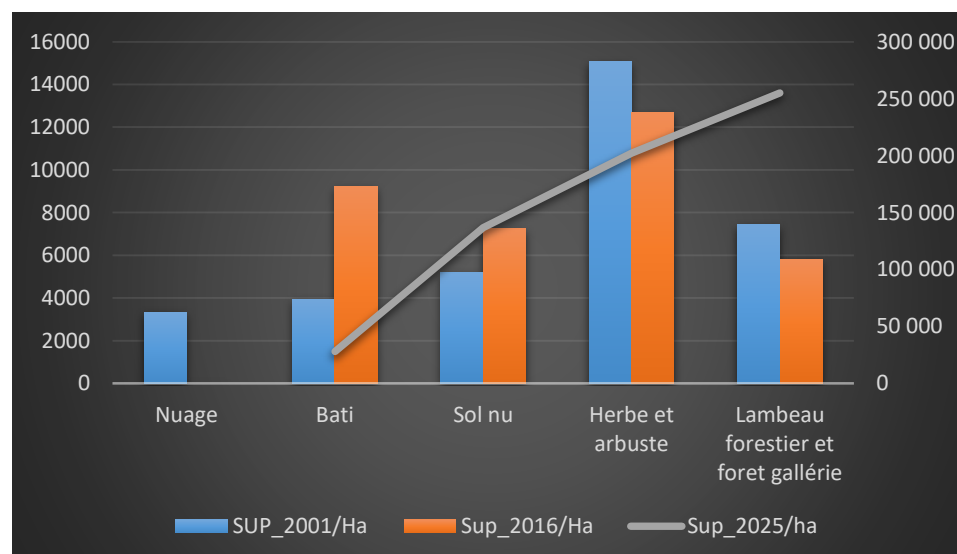


Source : Réalisée à partir de la classification 2025

En 2025, Le sol nu occupe 33% dans toute l'étendue du bassin versant soit 11 540,43 ha, viens le lambeaux forestier et forêt galerie avec 29% dans l'ensemble du milieu, tandis que, les herbes et arbustes occupent 23% soit 8 043,33 hectares, enfin la surface bâtie occupe 15% de l'étendue du bassin versant de Lukaya soit 5 245,65 hectares, comme l'illustre la figure.

4. Analyse du comportement de l'occupation du sol

Figure n° 19 : Analyse du comportement des classes de l'occupation du sol



Source : Réalisée par l'auteur

Entre 2001 et 2016, soit en 15 ans, les lambeaux forestiers et forêts galeries ont perdu 5 % de leur superficie au profit des zones bâties, lesquelles ont augmenté de 38 % pour représenter 13 289 ha en 2016 (38 % du bassin versant). Durant la même période, les sols nus ont connu une expansion de 35 %, atteignant 12 240 ha, tandis que les végétations herbueuses et arbustes ont régressé de 6 %, probablement au profit des sols nus et des zones bâties qui, ensemble, occupaient 26 % du bassin, soit 9 092 ha.

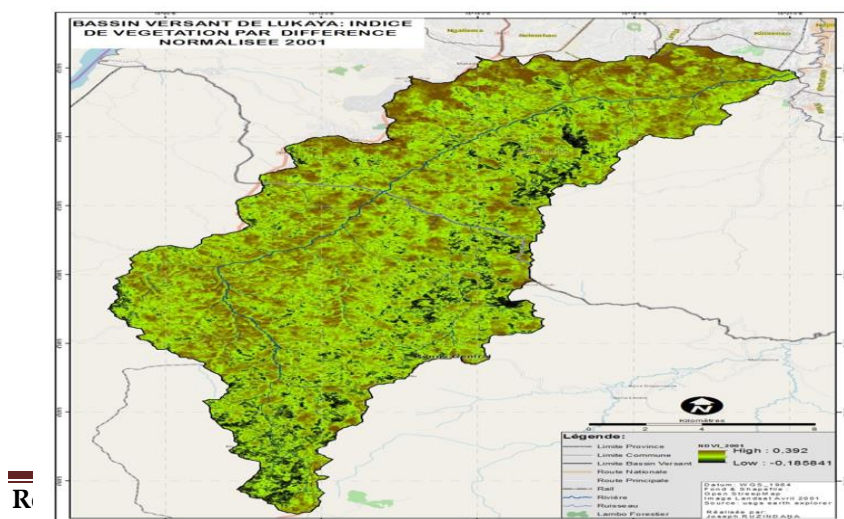
En 2016, les zones bâties ont enregistré une forte expansion de 27 % par rapport à 2001, représentant 9 442 ha, ce qui a entraîné une régression des lambeaux forestiers et forêts galeries de 16 % (soit 5 595 ha) et des herbes et arbustes de 37 % (soit 12 939 ha) sur l'ensemble du bassin versant.

En 2025, soit 10 ans plus tard, les zones bâties ont connu une expansion de 15 % par rapport à 2001, atteignant 5 246 ha. Cette augmentation a influencé la régression des couvertures végétales : les herbes et arbustes ont diminué de 23 %, soit 8 043 ha. On remarque que la qualité des résultats s'améliore avec l'acquisition de données supplémentaires en 2025.

De 2001 à 2025, soit sur 25 ans, on observe une augmentation des sols nus de 68 % (soit 23 780 ha) et des surfaces bâties de 53 % (soit 18 535 ha). Ces classes d'occupation du sol ont contribué à la régression de 5 % des lambeaux forestiers et forêts galeries sur la période 2001-2016. En raison de l'augmentation des surfaces bâties et des sols nus dans le bassin versant de Lukaya entre 2001 et 2025, les herbes et arbustes ont perdu 20 % de leur étendue.

➤ Indice de végétation 2001

Figure n° 20 : Indice de végétation normalisée 2001

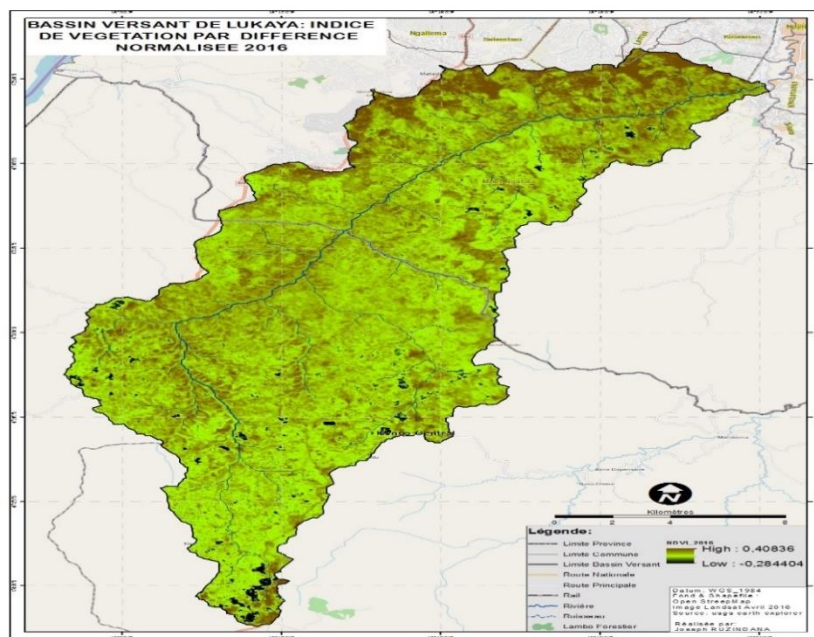


Source : Réalisée par l'auteur

Comme montre la figure 20, la carte d'indice de végétation par différence normalisée de l'année 2001, indique une répartition des pixels élevés en deux zones. D'abord la partie nord au niveau de la commune de Mont-Ngafula, zone essentiellement concernée par la présence de l'urbanisation ; ensuite, dans la partie sud le long de la rivière Lukaya qui forme des forêts galerie.

➤ Indice de végétation 2016

Figure n° 21 : Indice de végétation normalisée 2016

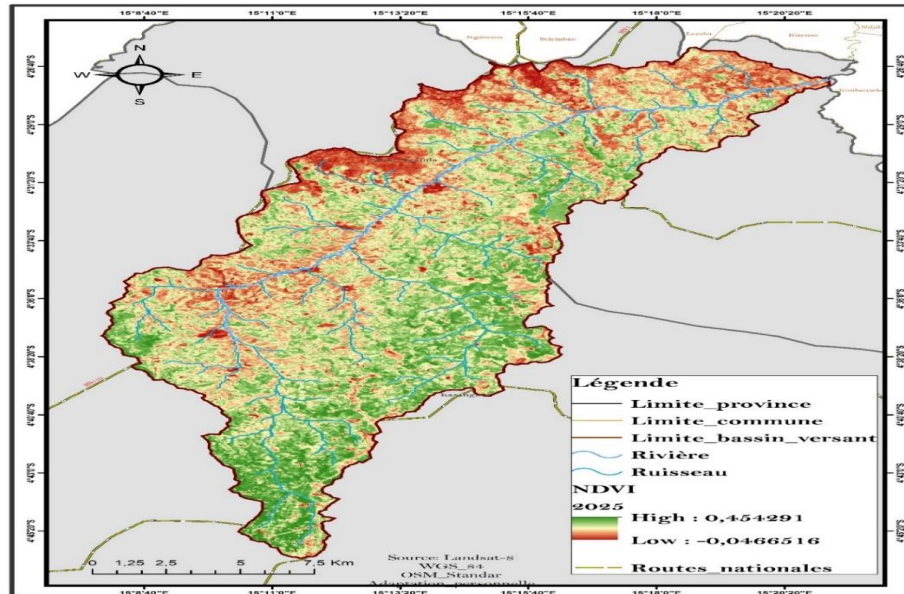


Source : Réalisée par l'auteur

Comme montre la figure 21, en 2016, l'indice de végétation montre qu'il y a plus des pixels élevés dans la partie Nord du bassin versant de Lukaya et quelques pixels dégradés mais assez forts le long de la rivière dans la partie sud celle située dans la Province du Kongo Central. Notons par ailleurs que le pixel le plus élevé atteint 0,40.

➤ Indice de végétation 2025

Figure n°22 : Indice de végétation normalisée 2025

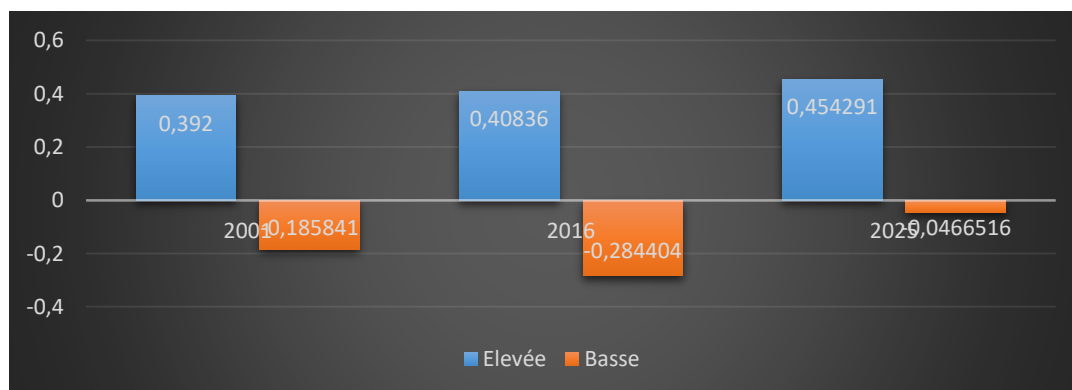


Source : Réalisée par l'auteur

Comme nous montre la figure 22, en 2025, la carte d'indice de végétation montre qu'il y a plus des pixels élevés dans la partie Nord du bassin et quelques pixels mais assez forts le long de la rivière dans la partie sud celle située dans la Province du Kongo Central. Notons par ailleurs que le pixel le plus élevé atteint 0,45.

4.1.3. Analyse de l'indice de végétation normalisée NDVI

Figure n° 23 : Tendence de niveaux NDVI, 2025



Source : Réalisée par l'auteur

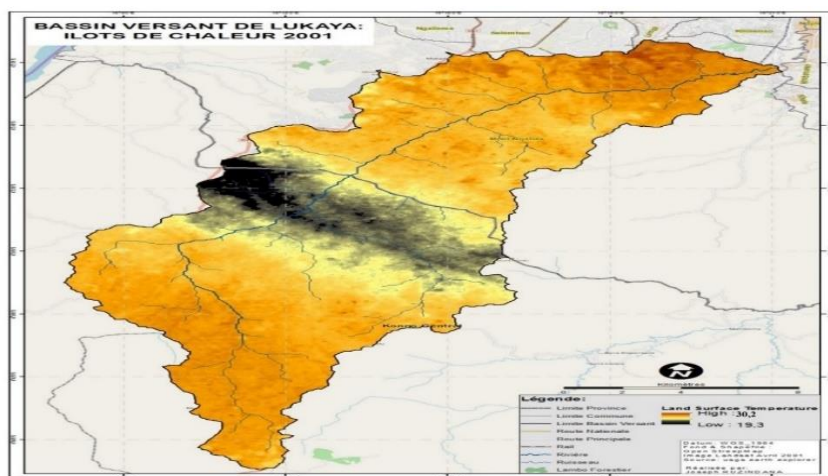
Le profil affiché dans la figure 23, montrant les tendances de niveau du NDVI, présente une suite sinusoïdale allant de 2001 à 2025. L'année 2025 présente des valeurs ayant le plus grand écart entre le niveau le plus haut soit 0,45 et le niveau le plus bas comporte 0,046 du NDVI.

Cette même année comporte le taux du NDVI le plus élevé et le plus bas de toutes les périodes précédentes. L'année 2016 quand elle, présente à son niveau, un taux du NDVI le plus faible soit 0,26 en comparaison avec l'année 2025 et 2001, le plus bas un taux du NDVI le plus élevé par rapport à toutes les années.

L'année 2001 présente à son niveau, un taux du NDVI le plus élevée de toute la période baignant dans la positivité soit 0,39 et le niveau le plus bas en comparaison avec l'année 2016.

➤ Ilots de chaleurs 2001

Figure n°24 : Ilots de chaleur, 2001

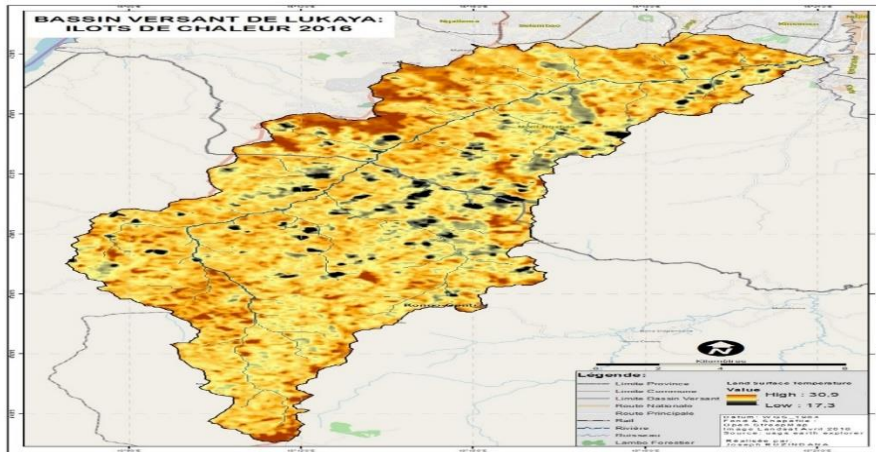


Source : Réalisée par l'auteur

Comme nous pouvons l'observer sur la figure 24, l'analyse des îlots de chaleur du bassin versant de la Lukaya pour les années 2001, 2016 et 2025 révèle une évolution notable des températures de surface. En 2001, les températures les plus élevées atteignaient 30,2 °C, tandis que les valeurs les plus basses étaient de 19,4 °C. Les pixels de chaleur les plus intenses se concentraient principalement dans la partie nord du bassin, correspondant à la zone urbanisée relevant de la ville-province de Kinshasa.

➤ Ilots de chaleur 2016

Figure n° 25 : Ilots de chaleur

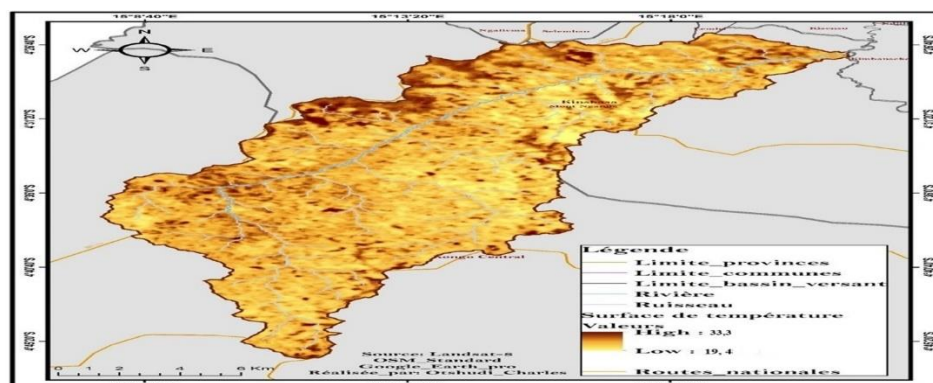


Source : Réalisée par l'auteur

En 2016, on observe une légère hausse des températures maximales, qui s'établissent à 31,0 °C, tandis que les minimales descendent à 17,3 °C. Cette baisse des températures les plus faibles pourrait traduire une variabilité locale ou saisonnière, mais la tendance globale reste à la hausse pour les zones les plus chaudes.

➤ Ilots de chaleur 2025

Figure n° 26 : Ilots de chaleur, 2025

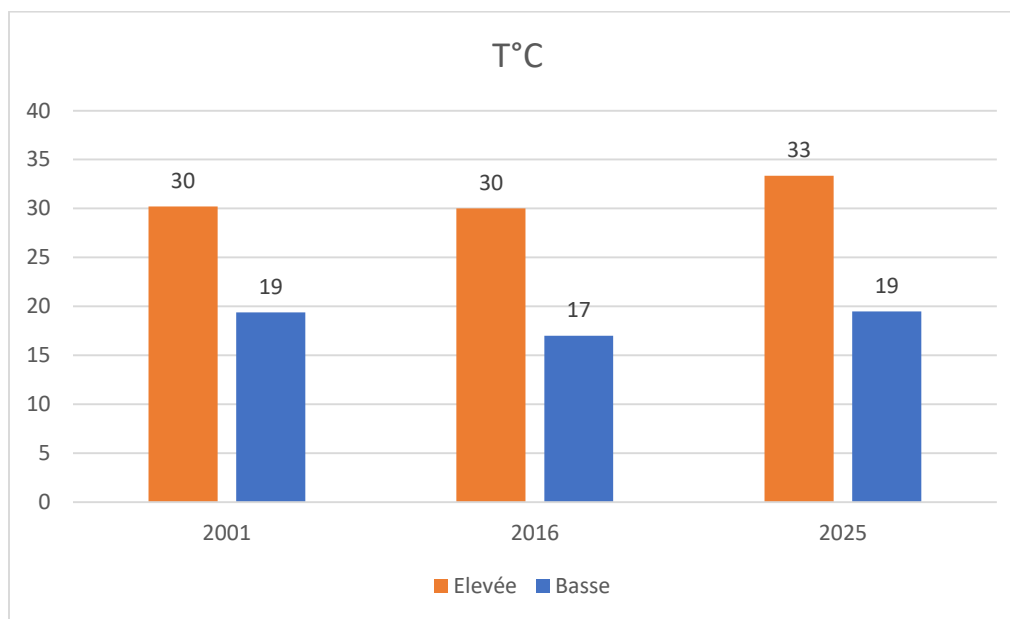


Source : Réalisée par l'auteur 2025

En 2025, cette tendance s'accroît : les températures les plus élevées atteignent 33,4 °C, et les plus basses remontent à 19,4 °C. Cette augmentation des températures maximales suggère une intensification des îlots de chaleur urbains, toujours localisés dans la partie nord du bassin, sous l'effet probable de l'urbanisation croissante et des modifications de l'occupation du sol.

4.1.4. Analyse du comportement de LST

Figure n° 27 : Tendances de LST au fil des années



Source : Réalisée par l'auteur, 2025

Les résultats des analyses des images satellitaires portant sur l'évolution de la Température de la Surface terrestre (LST) sur une période de 25 ans (2001–2025) révèlent une hausse significative des températures de surface. Les températures maximales sont passées de 30,2 °C en 2001 à 33,4 °C en 2025, tandis que les minimales ont évolué de 19,4 °C à 19,5 °C, traduisant ainsi un réchauffement plus marqué des zones les plus chaudes. Cette augmentation, de l'ordre de 3 °C pour les pics de chaleur, s'accompagne d'une multiplication des poches de températures élevées, principalement localisées du côté de la ville-province de Kinshasa, avec une extension progressive vers certaines zones de la province du Kongo-Central. La cartographie de la LST met en évidence

une forte corrélation avec les zones anthropisées ainsi qu'avec la présence de sols nus à travers l'ensemble du bassin versant.

4.2. Discussion des résultats

La thématique empruntée aborde sur l'étude diachronique de l'occupation du sol et son incidence sur la température ambiante dans le bassin versant de Lukaya se pache sur des aspects du milieu (la température ambiante, la surface bâtie et végétation).

Il ressort des analyses des images satellitaires portant sur l'évolution de la Température de la Surface terrestre (LST) sur une période de 25 ans, une augmentation des températures aussi bien pour les points les plus frais que pour les points les plus chauds. Les températures minimales sont passées de 19,4 °C en 2001 à 19,5 °C en 2025, tandis que les maximales ont évolué de 30,2 °C à 33,4 °C sur la carte évolutive des LST.

Cette dynamique de température s'explique notamment par deux phénomènes entretenant une relation extrêmement étroite :

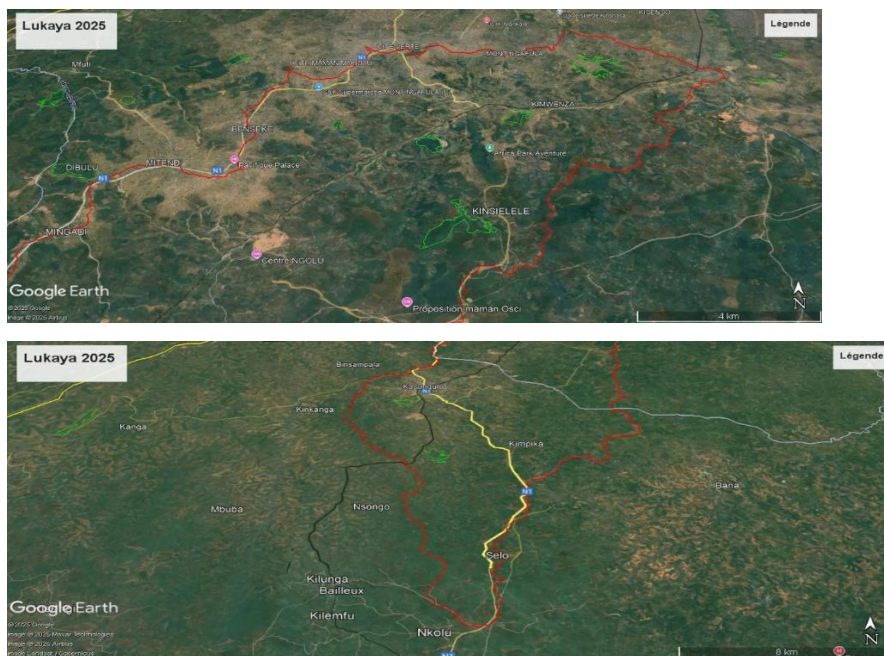
4.2.1. NDVI (L'occupation du sol)

Les résultats de nos recherches présentent un niveau de température élevé dans les zones occupées par la végétation, bâtis et les sols nus entraînant ainsi beaucoup plus de vagues de chaleur. Ces derniers étant la résultante de l'émissivité, le bassin versant de Lukaya affiche un profil des températures les plus hautes dans la partie allant du au Nord-ouest de la commune de Mont-Ngafula et dans l'extrémité Sud du Kongo-central.

Après analyse, nous constatons que le profil de température élevée au Nord et au Sud n'est pas un phénomène au hasard sans cause, il provient du type et de l'importance de la couverture du sol et la présence des zones bâties composés des murs, bétons, tuiles et asphaltes présentent un niveau d'émissivité, ce qui explique le niveau de piégeage et de réfraction importante d'énergie issue du rayonnement solaire. Les sols nus quant à eux présentent un niveau d'émissivité.

La couverture végétale quant à elle n'agit pas en faveur des LST. Au regard des résultats obtenus, le NDVI et la classification supervisée de la végétation, le bassin versant de la Lukaya affiche également des températures relativement moyennes et faibles notamment au centre et à l'Est.

Figures n° 28: Vue satellitaire du bassin versant de la Lukaya en amont et en aval



Source : Google Earth pro, 2025

Tableau N°.1 : MATRICE DE CONFUSION DE LA CLASSIFICATION DE L'IMAGE LANDSAT POUR 2025

MATRICE DE CONFUSION		Données classifiées				Pr (%)	Eo (%)	EC (%)
		Bâti	Sol nu	Herbe & Arbre	Lambeau Forêt & Forêt galerie			
Données de références	Bâti	88,33	6,67	3,33	1,67	88,33	11,67	10
	Sol nu	6,06	90,91	3,03	0	90,91	9,09	8,5
	Herbe & Arbre	2,17	6,52	84,78	6,52	84,78	15,22	12
	Lambeau Forêt & Forêt galerie	0,86	4,31	5,17	89,66	89,66	10,34	9
	Pu (%)	90	91,5	88	91			
	SG (%)	88,42						
	Kp	0,842						

Pr : Précision réalisateur ; Pu : Précision utilisateur ; EC : erreur de commission ; EO : erreur d'omission ; SG : indice de succès global (overall Accuracy) ; Kp : indice de Kappa

L'évaluation de la qualité de la classification supervisée a été réalisée à l'aide d'une matrice de confusion construite à partir de 400 points de validation indépendants. Les résultats indiquent une précision globale (Overall Accuracy, OA) supérieure à 85 %, traduisant une concordance élevée entre les données classifiées et les observations de référence.

L'indice de Kappa (Kp), estimé à environ 0,84, confirme ce niveau de performance. Selon la grille d'interprétation proposée par Landis et Koch (1977), une valeur comprise entre 0,81 et 1,00 correspond à un accord quasi parfait. Cette valeur suggère que l'accord observé dépasse largement celui attendu par le hasard, attestant de la robustesse du modèle de classification.

Dans un contexte périurbain tropical caractérisé par une forte hétérogénéité spatiale et une fragmentation paysagère importante, un tel niveau de précision est scientifiquement cohérent pour une image Landsat 8 à résolution spatiale de 30 m.

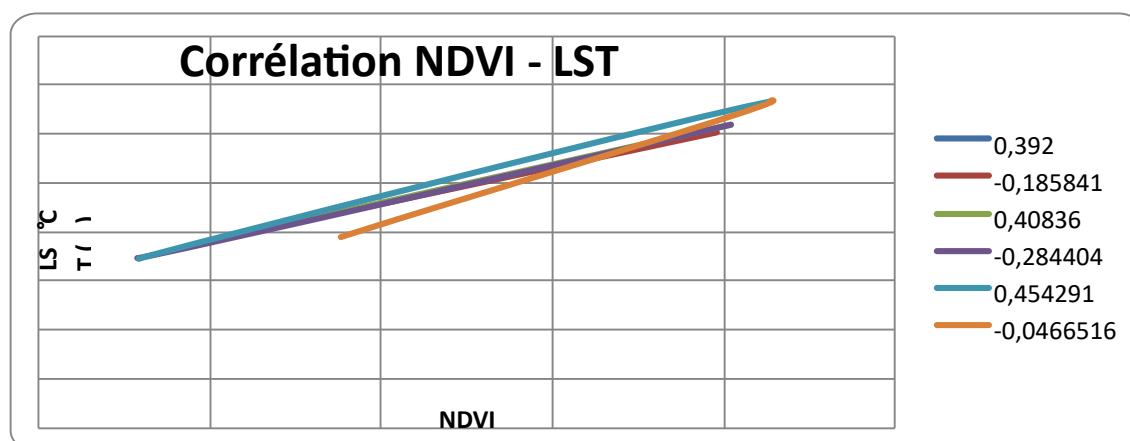
4.2.2. Argumentaire sur l'augmentation du NDVI maximal face à la régression de la couverture végétale dans le bassin de la Lukaya

L'analyse des dynamiques environnementales du bassin de la Lukaya entre 2001 et 2025 révèle une contradiction apparente : tandis que les valeurs maximales du NDVI augmentent régulièrement, atteignant 0,454 en 2025, les données d'occupation du sol témoignent d'une régression significative des formations végétales naturelles. Les lambeaux forestiers et forêts galeries perdent 5 % de leur superficie entre 2001 et 2016, tandis que les végétations herbeuses et arbustives régressent de 20 % sur l'ensemble de la période. Parallèlement, les zones bâties progressent de 53 % et les sols nus de 68 %, traduisant une anthropisation croissante du territoire. Cette opposition entre un indice de végétation en hausse et une couverture végétale en baisse mérite une explication scientifique rigoureuse, qui repose sur la distinction entre les indicateurs utilisés et les réalités écologiques qu'ils décrivent.

Le premier élément de résolution tient à la nature même du NDVI maximal, qui mesure l'intensité de l'activité photosynthétique au point le plus verdoyant de la zone, et non l'étendue spatiale de la végétation. Dans le bassin de Lukaya, l'expansion des zones bâties et des sols nus s'accompagne vraisemblablement d'une intensification agricole sur les terres restantes. Les cultures vivrières ou de rente, notamment lorsqu'elles bénéficient d'intrants ou d'une irrigation, peuvent générer des pics de NDVI supérieurs à ceux des formations naturelles qu'elles remplacent. Par ailleurs, les lambeaux forestiers résiduels, bien que fragmentés, peuvent voir leur vigueur augmenter sous l'effet de conditions microclimatiques favorables, de la réduction de la compétition ou de l'effet fertilisant du CO₂ atmosphérique. Ainsi, la valeur maximale du NDVI est portée par des surfaces de plus en plus réduites mais de plus en plus productives, ce qui n'entre pas en contradiction avec la diminution globale de la superficie végétalisée.

Un second facteur explicatif réside dans les dynamiques temporelles et phénologiques. Les images satellitaires ayant servi au calcul du NDVI ne sont pas nécessairement acquises aux mêmes dates, et les conditions climatiques interannuelles jouent un rôle déterminant. Une année 2025 particulièrement humide pourrait induire un pic de verdure exceptionnel sur les formations en place, masquant temporairement la tendance structurelle à la dégradation. De plus, les forêts galeries, qui longent les cours d'eau et bénéficient d'une humidité permanente, constituent des noyaux de végétation dense susceptibles de maintenir des valeurs élevées même lorsque leur linéaire se réduit. Leur rôle de refuge écologique explique qu'elles puissent encore générer un NDVI maximal important, alors même que les savanes et prairies environnantes régressent.

4.2.3. Corrélation NDVI – LST

Figure N° 29 : Corrélation NDVI - LST

L'analyse de la relation entre le NDVI et la LST dans le bassin versant de la Lukaya révèle une dynamique thermique qui mérite une lecture attentive et nuancée. Sur la période 2001–2025, les valeurs montrent une légère progression des températures de surface, parallèlement à une augmentation progressive des valeurs maximales du NDVI. À première vue, cette évolution pourrait sembler paradoxale, car la littérature scientifique établit généralement une relation inverse entre densité végétale et température de surface.

Dans un environnement tropical humide, la végétation joue normalement un rôle régulateur à travers l'ombrage et l'évapotranspiration, contribuant à atténuer l'échauffement des surfaces. Ainsi, une augmentation du NDVI devrait théoriquement s'accompagner d'une diminution ou d'une stabilisation de la LST. Or, les données observées suggèrent une évolution concomitante des deux variables, traduisant probablement l'influence combinée de plusieurs facteurs : transformation progressive de l'occupation du sol, artificialisation localisée, hétérogénéité spatiale des surfaces, et variabilité saisonnière des acquisitions satellitaires.

En définitive, ces résultats traduisent moins une contradiction écologique qu'une complexité territoriale. Ils rappellent que dans un espace en transition comme le bassin de la Lukaya, les interactions entre couverture végétale et dynamique thermique ne sont pas linéaires, mais s'inscrivent dans un système où s'entremêlent urbanisation, fragmentation paysagère et contraintes climatiques régionales.

4.2.3. Recommandations

Nous nous pencherons ici sur les stratégies à adopter pour faire face à une évolution de l'occupation du sol et son incidence sur la température ambiante et des mesures à prendre pour protéger le bassin versant de Lukaya par une gestion intégrée des ressources en eau.

➤ **Stratégies durable pour une meilleure occupation du sol**

Pour lutter contre une mauvaise occupation du sol par la population, plusieurs stratégies efficaces existent, axées sur la gestion durable des terres, la restauration écologique, et l'implication sociale et technique des acteurs concernés.

➤ **Stratégies générales pour lutter contre la mauvaise occupation du sol**

Gestion durable des sols : Adoption de pratiques agricoles respectueuses comme l'agroforesterie, le compostage, la conservation en eau du sol, et la défense et restauration de la fertilité des sols. Ces techniques visent à limiter la dégradation et maintenir la productivité des terres.

Restauration écologique et reforestation : Planter des arbres pour restaurer les terres dégradées, améliorer la qualité des sols, prévenir l'érosion et favoriser la biodiversité. Ces actions aident aussi à prévenir la désertification des zones rurales.

Techniques antiérosives : Aménagements physiques tels que terrasses en gradins, murets en pierres sèches, barrières végétales (brise-vents), et mise en place de cultures intercalaires pour réduire le ruissellement et l'érosion des sols.

Implication des acteurs locaux : Mobilisation des élus, agriculteurs et animateurs agricoles pour créer une dynamique locale autour des bonnes pratiques, avec un accompagnement technique, institutionnel et politique.

➤ **Approche socio-économique et institutionnelle**

Formation et sensibilisation : Informer et former les populations rurales sur les bonnes pratiques de gestion durable des terres, leur impact sur la productivité agricole et la pérennité de leurs ressources.

Soutien économique : Faciliter l'accès à des crédits, incitations financières, et technologies adaptées comme les engrais organiques pour encourager l'adoption de bonnes pratiques.

Politiques intégrées : Élaboration de politiques publiques qui intègrent la restauration des sols, la gestion durable des terres et la lutte contre la dégradation, en s'appuyant sur des données satellites et cartographies précises pour cibler les zones vulnérables.

Ces approches combinent action technique, sociale, économique et politique afin de répondre aux causes profondes de la mauvaise occupation des sols et de garantir un usage durable, tout en améliorant la sécurité alimentaire et la résilience des populations rurales.

Ainsi, la lutte contre une mauvaise occupation du sol est un processus multidimensionnel qui nécessite des méthodes adaptées au contexte local, l'engagement des communautés et des autorités, et une approche intégrée des ressources naturelles. Tous ces éléments contribuent à une gestion durable des terres et à la restauration des écosystèmes affectés.

➤ **Restauration de l'écosystème forestier dégradé**

La restauration d'un écosystème forestier dégradé consiste à rétablir les fonctions écologiques, la biodiversité, la productivité, et les services rendus par la forêt qui ont été perdus à cause de déforestation, de dégradation ou d'autres perturbations. Cette restauration peut se faire par différentes méthodes, allant de la régénération naturelle à la plantation d'arbres, en incluant des pratiques comme l'agroforesterie ou la reconstitution active des forêts sur des terres dégradées.

Voici les principales approches et étapes de la restauration d'un écosystème forestier dégradé :

➤ **Méthodes de restauration**

Régénération naturelle : Laisser la forêt se régénérer spontanément dans les zones perturbées ou exploitées, parfois appelée restauration passive.

Replantation et enrichissement : Planter et entretenir des arbres supplémentaires pour accélérer la régénération naturelle, notamment sur des terres cultivées ou arbustives où la forêt a disparue.

Agroforesterie : Intégrer des arbres dans des systèmes agricoles pour améliorer la fertilité des sols, la productivité, et les bénéfices socio-économiques.

Techniques spécifiques : Par exemple, en forêt boréale, des méthodes comme le brûlis contrôlé ou l'ajout de bois mort au sol sont utilisées pour restaurer la structure et les fonctions écologiques.

➤ **Objectifs et bénéfices**

Restauration des fonctions écologiques : Reconstituer la biodiversité, les fonctions hydrologiques, la séquestration du carbone.

Amélioration des moyens de subsistance : Fournir des ressources forestières aux communautés locales et améliorer leur résilience socio-économique.

Renforcement de la résilience climatique : Faire face aux changements climatiques en rendant.

➤ **Durée et implication**

La restauration demande généralement plusieurs années voire décennies pour que l'écosystème reconstitue pleinement ses fonctions complexes.

La participation communautaire et la gestion durable sont clés pour la réussite à long terme.

➤ **Méthodes de régulation de la température**

La régulation de la température dans un bassin versant repose sur plusieurs méthodes visant à contrôler l'écoulement de l'eau, à favoriser l'infiltration, à maintenir les zones végétalisées, et à préserver la qualité thermique des eaux. Ces méthodes permettent de réduire les pics de température qui peuvent affecter la faune et la flore aquatique, ainsi que le climat local.

➤ **Méthodes principales de régulation de la température dans un bassin versant**

Maintien et restauration de la couverture végétale : La végétation, notamment les ripisylves (végétation sur les berges des cours d'eau), joue un rôle crucial en apportant de l'ombre, ce qui limite le réchauffement de l'eau et du sol. Elle permet également de freiner l'écoulement de surface et d'améliorer l'infiltration de l'eau dans le sol.

Protection des nappes phréatiques : La régulation thermique peut passer par la gestion des nappes souterraines qui contribuent à rafraîchir les écoulements. La conservation des zones de recharge des nappes est donc importante pour maintenir une température stable des eaux de surface.

Contrôle des usages et aménagements agricoles : Les pratiques agricoles influent sur la température via la couverture du sol et la gestion de l'eau. Les terrasses et les techniques agroforesteries contribuent aussi à réduire les effets thermiques négatifs.

Ces méthodes s'inscrivent dans une gestion intégrée visant à préserver l'équilibre thermique et hydrologique des bassins versants pour la santé des écosystèmes et des ressources en eau.

Conclusion

L'étude diachronique de l'occupation du sol dans le bassin versant de Lukaya nous a conduit à élaborer les cartes de NDVI, LST et de l'occupation du sol pour nous permettre d'atteindre notre objectif à savoir celui de déterminer le rôle de la géomatique dans la gestion des bassins versants à Kinshasa et pour le cas précis de la Lukaya en ressortissant un outil d'indication locale que les planificateurs et décideurs peuvent s'en servir plus tard dans l'aménagement des bassins versants dans la ville.

Dans l'analyse de cause et des résultats obtenus, il ressort de notre recherche que la démarche optée abordant la montée de l'occupation du sol dans le bassin versant de Lukaya s'appuyant sur des aspects du milieu urbano-rural (surface bâtie, la température et végétation), appliquée à l'analyse des images satellitaires d'îlots de chaleurs en 25 ans, révèle une augmentation de température de plus au moins 3°Celsius pour les deux extrémités, c'est-à-dire Kinshasa et Kongo-central.

Nos recommandations ont porté essentiellement sur l'élaboration d'un plan stratégique pour la promotion d'une gestion intégrée des ressources en eau (GIRE), et la promotion d'une utilisation durable des ressources dans le bassin versant de la Lukaya.

Bibliographie

- A. Michel Kouassi et Koffi Fernand (2008), Influence de la variabilité climatique et de la modification de l'occupation du sol sur la relation pluies-débit à partir d'une modélisation globale du bassin versant du N'ZI.éd. Revue Ivoirienne des sciences et Technologies, V.11, 207-229

- Eaux souterraines (1997). AUPELF ed. Presses de l'Université du Québec
- F. Makanzu Imwangana (2022), Preuve et impact d'un auto-aménagement urbain dans le bassin versant de la Lukaya à Kinshasa, éd, revues académiques spécialisée en géographie et environnement en Afrique centrale.
- F. Nzigou Boucka et conan Vassil obame (2021), « la cartographie de l'occupation du sol du Gabon 2015 changements entre 2010 et 2015, revue Française de Français de photogrammétrie et de télédétection, n°223p
- Fort, D.D. (1998) Restoring the Rio Grande: A Case Study in Environmental Federalisméd. Labor à Bruxelles
- Frédéric Lasserre et Alexandre Brun (2007), La gestion par bassin versant : un outil de résolution des conflits ? Lex Electronica, vol 12 n°2, Automne Fall
- H. Sawadogo et Nabasanna Prosper (2008), Evolution de l'occupation du sol de, Ziga dans le Yatenga (Burkina-Faso) à partir de photographies aériennes, édition scientifique GB 1 et 2 P
- Jacmain, D. (2010). L'eau dans les pays en développement : cas de Lukaya, éd. However, there are relevant materials on water issues in developing contried and the Lukaya case contexte in the Democratic Republic of Congo (DRC).
- K. Djagnikpo Kpedenou et Tchaa Boukpepsi (2016), quantification des changements de l'occupation du sol dans la préfecture de Yoto (Sud-est Togo) à l'aide de l'imagerie Satellitaire Landsat,
- Labbas M (2015) Modélisation hydrologique de bassins versants périurbains et influence de l'occupation du sol et de la gestion des eaux pluviales : Application au bassin de l'Yzeron (130 Km2), Thèse de doctorat. Université GrenobleAlpes (France) 275 pages et annexes.
- Lusamba kibayu M. (2023), documents de planification, comme modèle de protection contre les inondations sur les périmètres du bassin versant de la rivière ndjili, dans la ville province de Kinshasa, Revue Internationale du chercheur volume 4 : Numéro 3 pp 641-666
- Ouranos (2019). Occupation du sol et changement climatique. Éd. Consortiumde recherche en climatologie régionale et adaptation au changement climatiques
- PETRELLA, R. (1998) Le Manifeste de l'eau. Bruxelles, Éd. Labor.

- Raphaël Mathevet (2015) pour une géographie de la conservation, et Laurent Godet, éd. L'Harmattan à Paris, 397p
- Rene B, ET Francoise C. (2023), Influence de la dynamique de l'occupation des terres sur les ressources en eau au Benin (Afrique de L'Ouest), éd. Academia. edu, 109p
- Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture (2022). Occupation du sol dans la Lukaya. Éd, Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture (RAFEA).
- Rhoads, B. L., Urban, M., Wilson, D. et Herricks, E.E. (1999) Interaction between. Dio 10.5281/zenodo.15127757
- Roche H, Zuarcher Mardy, Jean-Philippe (2024) Étude de la dynamique de l'occupation des sols du bassin versant de la rivière Mulet, éd. Parue dans la revue Physio-Géo
- Sironneau, J. (1996) L'eau : nouvel enjeu stratégique mondial. Paris, Économica éd. Economica in Paris it is a geopolitical book of 111p, that discusses water as a new strategic global issu. Scientists and Nonscientists in Community-based Watershed Management: Emergence