

Etude diachronique des ilots de chaleur urbains dans le district de la Funa en RDC.

Diachronic study of urban heat islands in the Funa district of the DRC.

Auteur 1 : Jehosha SOLONGBONDO KPATA.

Auteur 2 : Corneille MOSETE BUNGALASA.

Auteur 3 : Jonathan KWATENG N'SELE.

Auteur 4 : Idriss RUZINDANA JOSEPH.

Auteur 5 : Moïse GEKONGOLO BOYINGOMA.

Auteur 6 : Roland KAKULE KASEREKA.

Jehosha SOLONGBONDO KPATA

Licencié en Environnement de l'Université Pédagogique Nationale de Kinshasa

Corneille MOSETE BUNGALASA

Enseignant et Chercheur à l'Université Pédagogique Nationale de Kinshasa

Jonathan KWATENG N'SELE

Chercheur au Centre de Recherches Géologiques et Minières (CRGM), Kinshasa, RDC

Idriss RUZINDANA JOSEPH

Enseignant à l'Institut Supérieur Pédagogique de Tshikapa et Chercheur au Centre National de télédétection (CNT) Kinshasa

Moïse GEKONGOLO BOYINGOMA

Enseignant et Chercheur à l'Université du Plateau de Bateke de Kinshasa

Roland KAKULE KASEREKA

Professeur et Chercheur à l'Université Pédagogique Nationale de Kinshasa et Directeur Général du Centre de Recherches Géologiques et Minières de la RDC

Déclaration de divulgation : L'auteur n'a pas connaissance de quelconque financement qui pourrait affecter l'objectivité de cette étude.

Conflit d'intérêts : L'auteur ne signale aucun conflit d'intérêts.

Pour citer cet article : SOLONGBONDO KPATA .J, MOSETE BUNGALASA .C, KWATENG N'SELE .J, RUZINDANA JOSEPH .I, GEKONGOLO BOYINGOMA .M & KAKULE KASEREKA .R (2026) « Etude diachronique des ilots de chaleur urbains dans le district de la Funa en RDC », African Scientific Journal « Volume 03, Num 36 » pp: 3490– 3484.



DOI : 10.5281/zenodo.21297322

Copyright © 2026 – ASJ



Résumé

Notre étude réalisée dans le district de la Funa a pour objectif d'étudier, d'une part, l'évolution des températures et des ICU dans le district de la Funa et d'adopter ensuite une méthodologie qui permettra de les superposer avec d'autres facteurs en l'occurrence le NDVI et l'occupation du sol et d'autre part, d'analyser un ensemble des facteurs pouvant faire ressortir à la fin du travail un outil d'indicateurs locaux que les planificateurs et décideurs peuvent s'en servir après dans l'aménagement des espaces urbaines.

Les différentes cartes des ilots de chaleur issues de la géomatique ainsi que celles du NDVI et de l'occupation du sol montrent que :

- Dans les décades allant de 1992 à 2022, le district de la Funa a été marqué par une évolution croissante des températures de plus au moins 7,5° Celsius pour les deux niveaux (bas et haut) avec une apparition des plusieurs poches d'ilots de chaleur dans la partie allant du centre au Nord du District de la Funa.
- Le district de la Funa est affecté, d'une part par l'augmentation de proportions des zones anthropisées soit 5,6% et de l'autre, par la régression du couvert végétal comme le démontre l'analyse du NDVI et la classe de végétation dans l'occupation du sol, soit une moyenne de régression de 5,3%.
- Le district de la Funa présente un profil d'inconfort thermique élevée suite aux ICU et à la perte du couvert végétal au profit des zones anthropisées d'où la nécessité de sensibiliser les gouvernants et les gouvernés.

Mots clés : LST, Occupation du sol, NDVI, Ilots de chaleur urbains, District de la Funa, SIG.

Abstract

The aim of our study, carried out in the Funa district, is to study the evolution of temperatures and UHIs in the Funa district, and then to adopt a methodology that will enable them to be superimposed on other factors, in this case NDVI and land use. We also aim to analyze a set of factors that will, at the end of the work, produce a tool of local indicators that planners and decision-makers can then use in the development of urban areas.

The various heat island maps derived from geomatics, NDVI and land use show that:

- In the decades from 1992 to 2022, the Funa district was marked by an increasing temperature trend of plus or minus 7.5° Celsius for both levels (low and high), with the appearance of several heat island pockets in the central to northern part of the Funa district.
- The Funa district is affected, on the one hand, by the increase in the proportion of anthropized areas (5.6%) and, on the other, by the regression of vegetation cover, as shown by the analysis of NDVI and the vegetation class in land use, i.e. an average regression of 5.3%.
- The Funa district presents a profile of high thermal discomfort as a result of UHIs and the loss of vegetation cover to anthropized areas, hence the need to raise the awareness of both governors and governed.

Key words: LST, Land use, NDVI, Urban heat islands, Funa District, GIS.

Introduction

L'adaptation du district de la Funa au changement climatique nécessite la connaissance préalable du climat passé et des spécificités géographiques. L'analyse du climat permet d'évaluer l'exposition actuelle aux vagues de chaleurs et d'établir, à partir des modèles du changement climatique, les scénarios envisagés sur la zone d'étude. L'évolution des conditions météorologiques influence la présence de l'ICU, le changement climatique par la modification des types de temps produirait une modification de l'ICU. Les types de temps rencontrés seront-ils plus favorables à la mise en place de l'ICU ? Dans le même temps, l'urbanisation engendrent une modification locale du climat et la présence de l'ICU. Les choix des aménagements actuels et à venir sont décisifs pour l'ICU futur. Les stratégies à opérer sont d'autant plus déterminant que l'échelle de temps de l'aménagement est comprise entre 20 ans (l'échelle du SCOT) et 70 ans (durée de vie moyenne d'un bâtiment) (Theys and Vidalenc 2013) ; cette échelle temporelle indique que les bâtiments, les boisements et les projets actuels seront confrontés au changement climatique.

La présence d'îlots de chaleur urbains multiplie les épisodes de chaleur accablante qui détériorent la qualité de vie en ville. Ils sont notamment dangereux pour les populations à risque, à savoir les personnes âgées ou les enfants, plus sensibles aux températures élevées. Le nombre de morts durant ces périodes de forte chaleur est élevé et des études récentes tendent à démontrer que leur localisation correspond parfaitement aux quartiers où les îlots de chaleur sont plus importants, plus intenses (Pitre, 2008).

Notre recherche intitulé « *Etude diachronique des îlots de chaleur urbains dans le district de la Funa en Rdc* » poursuit globalement comme objectif, de prime abord l'évolution des températures dans le temps et des ICU dans le district de la Funa et d'adopter ensuite une méthodologie qui permettra de superposer et d'analyser un ensemble de facteurs pour faire ressortir un outil d'indicateurs locaux utiles aux planificateurs et aux décideurs dans l'aménagement des espaces urbains.

Outre l'introduction et la conclusion, cette démarche suit une structure succincte. De prime abord, nous avons la connaissance de la zone d'intérêt ; suivi des matériels et procédures utilisés ; puis vient la présentation des résultats et discussions ; enfin, l'évaluation des impacts et propositions de moyens de lutte.

En somme, notre présente étude aborde la problématique des îlots de chaleurs urbains témoins du changement climatique global et acteurs de la perturbation climatique locale, son évolution

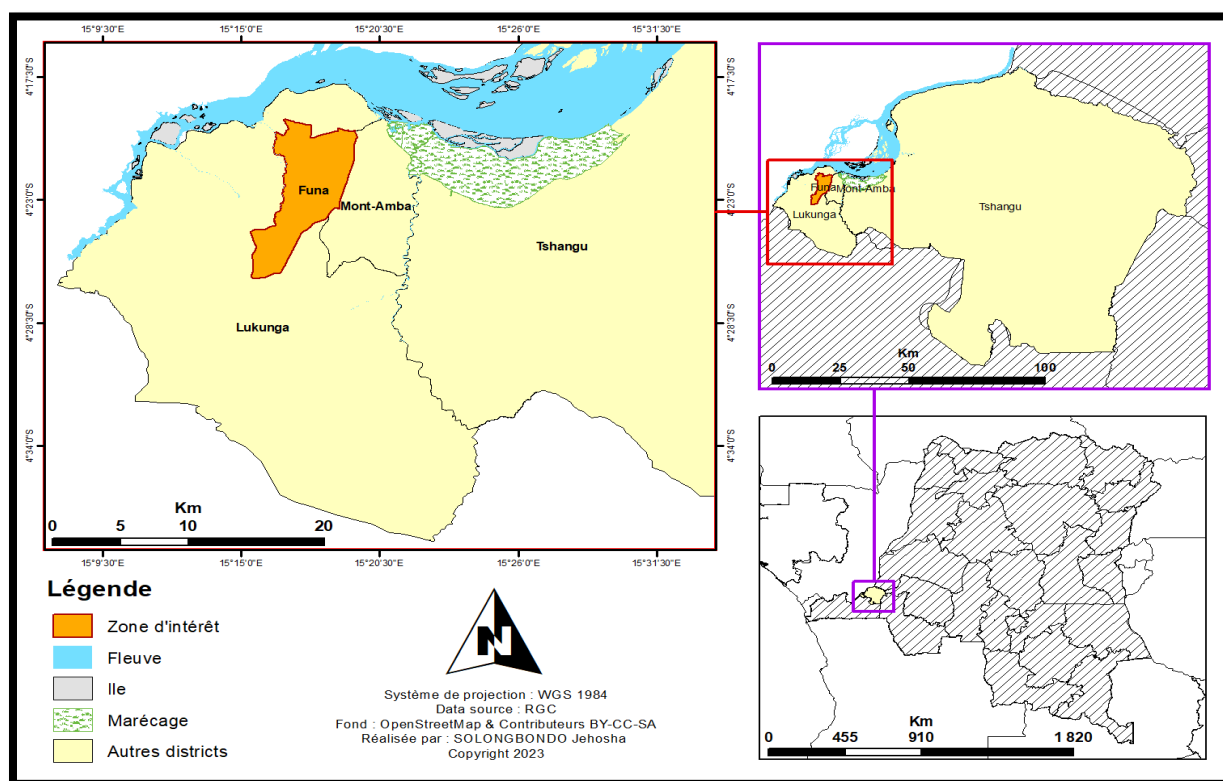
dans le temps, les facteurs qui y participent et les potentiels de réversibilité des milieux urbains notamment dans le district de la Funa de la ville province de Kinshasa.

1. Milieu d'étude

Le district de la Funa s'étend sur une superficie de 49,32 kilomètres carrés, allant du pied des collines de l'Ouest et du Sud-Ouest vers les plaines du Nord et de l'Est de la ville province de Kinshasa. Cet étalement constitue un immense croissant couvrant une surface plane peu élevée avec une altitude moyenne d'environ 347,8 m. Située entre les latitudes 4°19'24'' Nord et 4°26'32'' Sud et entre les longitudes Est 15°19'36'' et 15°15'26'' Ouest, la ville de Kinshasa est limitée :

- À l'Est par le district de Mont-Amba ;
- À l'Ouest, au Nord et au Sud par le district de la Lukunga qui forme un « C » autour du district de la Funa.

Figure N°1. Localisation de Kinshasa et de la zone d'intérêt (District de la Funa)



Source : réalisée par l'auteur, ArcGIS 10.8, 2023.

2. Matériels et procédures

Le traitement des images satellitaires nécessite une méthodologie d'approche propre au type de données et aux caractéristiques du milieu d'étude

En effet, après avoir téléchargé les images de différentes années désirées, nous les avons faites subir une phase de traitement dans laquelle nous avons eu à vérifier la correction géométrique pour voir si les images correspondaient aux données shapefiles du milieu, puis nous avons extrait notre zone d'étude pour chaque image et dans chaque bande utilisée ainsi fait, nous avons assemblé toutes ces bandes, ce qu'on appelle compilation des bandes en vue de traiter chaque aspect abordé (LST, occupation du sol et NDVI).

Le tableau ci-dessous présente de manière synthétique les principales étapes de ce processus, les données mobilisées, les outils utilisés et les résultats attendus.

Tableau N° 1 : Étapes méthodologiques, données mobilisées, outils utilisés et résultats attendus.

Étapes méthodologiques	Données mobilisées	Outils utilisés	Résultats attendus
Définition des limites et localisation.	Shapefiles RGC (Référentiel Géographique Commun), WRI (World Resources Institute), OSM (OpenStreetMap).	• SIG : ArcGIS 10.8 (Logiciel SIG ESRI) ; • Google Earth engine	Carte de localisation et délimitation de la zone.
Cartographie des LST.	Images Landsat 5, 7, 8 et 9.	• SIG : ArcGIS 10.8 (Logiciel SIG ESRI) ; • Google Earth engine	Carte des LST et dynamique des températures.
Cartographie du NDVI.	Images Landsat 5, 7, 8 et 9 ; SRTM (Shuttle Radar Topography Mission).	• SIG : ArcGIS 10.8 (Logiciel SIG ESRI) ; • Google Earth engine	Carte détaillée du NDVI et dynamique du couvert végétal.
Cartographie de l'occupation du sol.	Images Landsat 5, 7, 8 et 9 ; SRTM (Shuttle Radar Topography Mission).	• SIG : ArcGIS 10.8 (Logiciel SIG ESRI) ; • Google Earth engine	Carte détaillée de l'occupation et dynamiques du sol.
Analyse de différentes cartes thématiques.	Valeurs numériques des LST, occupation du sol et NDVI	Office 2019 : Excel	Histogrammes de variation, anneaux de distribution et courbes de tendances.

source : réalisée par l'auteur, 2023.

Cette démarche par palier, articulant outils géo-spatiaux et analyse numérique, a permis de produire une base d'informations fiable et directement exploitable pour diverse décisions et orientations scientifiques et administratives. Elle constitue la base méthodologique sur lequel s'appuient les résultats présentés dans la partie suivante.

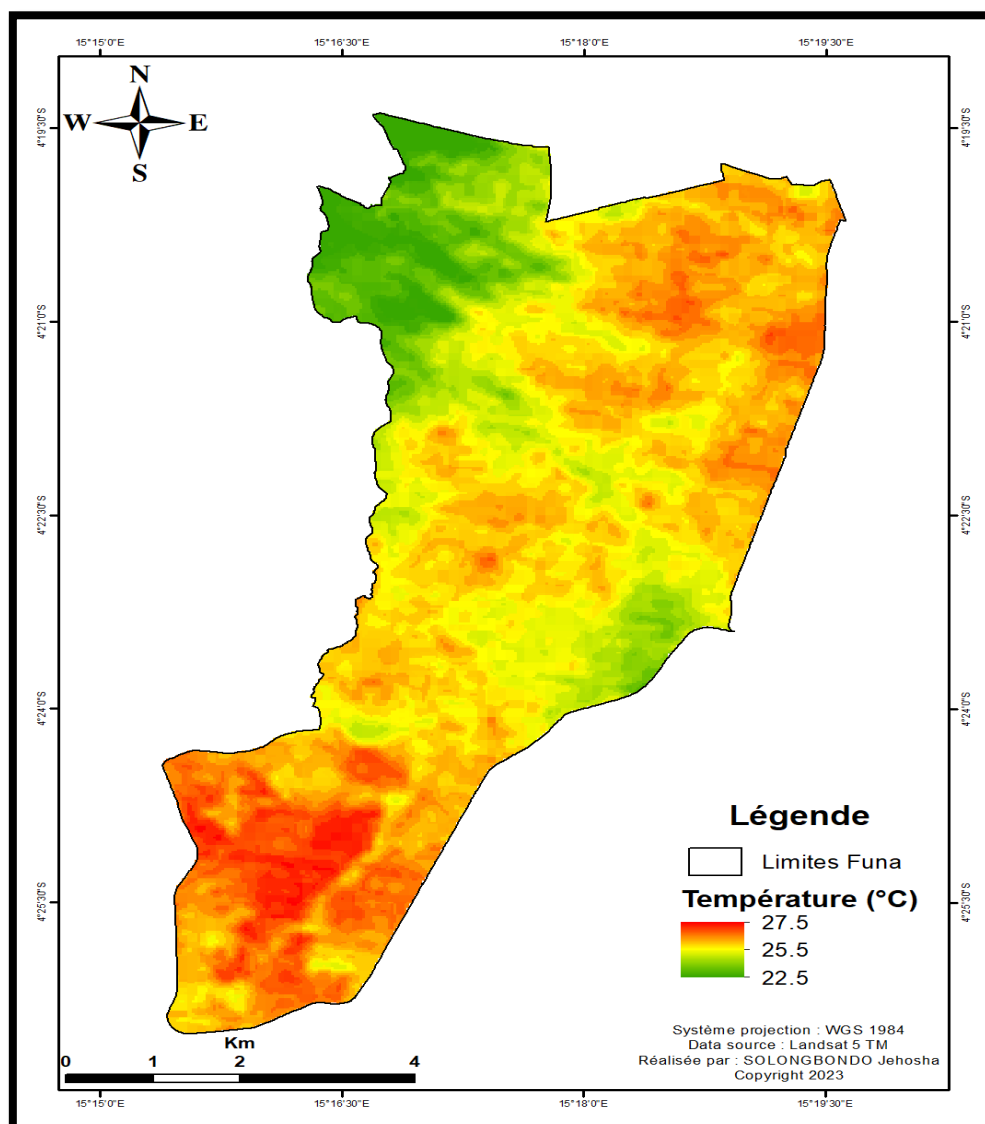
3. Résultats et discussions

3.1. Analyse et interprétation des résultats

3.1.1. Analyse par an des ICU

- Ilots de chaleur urbains 1992

Figure N°2. Ilots de chaleur urbains 1992



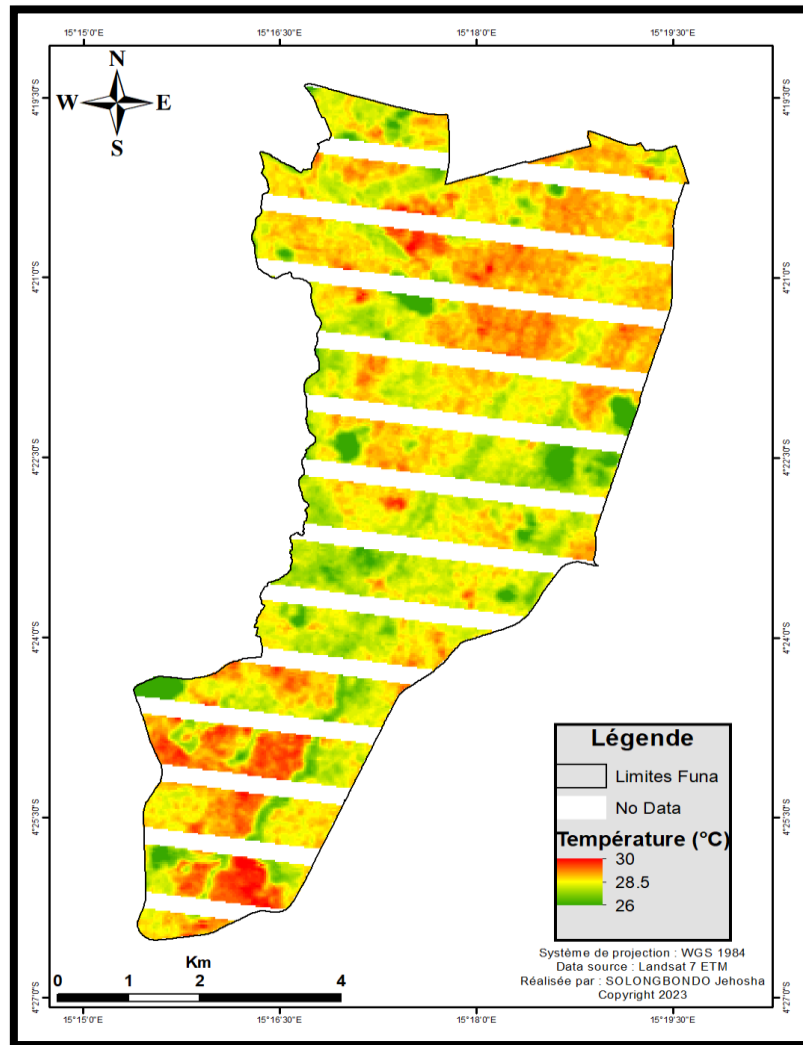
Source : SOLONGBONDO, ArcGIS 10.8, 2023.

En tenant compte de la figure N°2, « l'étirée » de la légende présente sur la carte une concentration des ilots de chaleur urbains à haute température dans la partie Sud et dans la partie

Nord-Est ; la partie centrale et Nord-Est quant à elles sont caractérisées par des ICU à température moyenne et basse. Nous observons un écart de 5°C entre la température la plus basse et la plus forte.

- **Ilots de chaleur urbains 2002**

Figure N°3. Ilots de chaleur urbains 2002

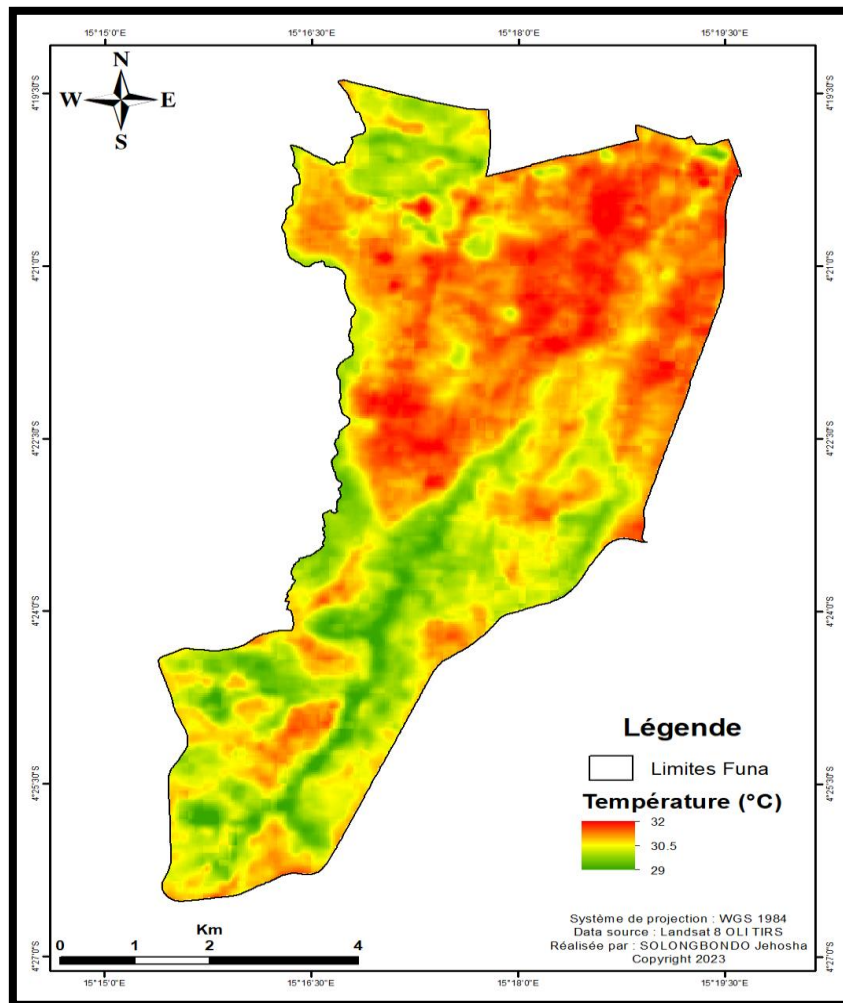


Source : SOLONGBONDO, ArcGIS 10.8, 2023.

A la lumière de la figure N°3, « l'étirée » de la légende présente sur la carte une concentration des ilots de chaleur urbains à haute température dans la partie Sud et dans la partie Nord ; la partie centrale et le reste quant à elles sont caractérisées par des ICU à température moyenne et basse. Nous observons un écart de 4°C entre la température la plus basse et la plus forte.

- Ilots de chaleur urbains 2012

Figure N°4. Ilots de chaleur urbains 2012

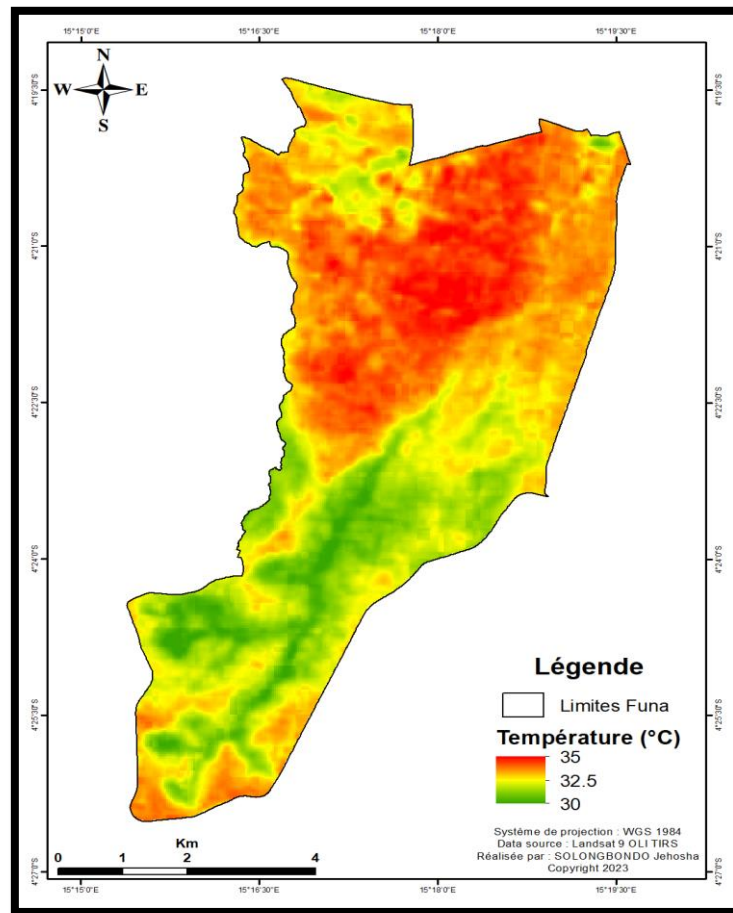


Source : SOLONGBONDO, ArcGIS 10.8, 2023.

A la lecture de la figure N°4, « l'étirée » de la légende présente sur la carte une concentration des ilots de chaleur urbains à haute température dans la partie allant du centre au Nord ; la partie allant du centre au Sud quant à elle est caractérisée par des ICU à température moyenne et basse. Nous observons un écart de 3°C entre la température la plus basse et la plus forte.

- Ilots de chaleur urbains 2022

Figure N°5. Ilots de chaleur urbains 2022

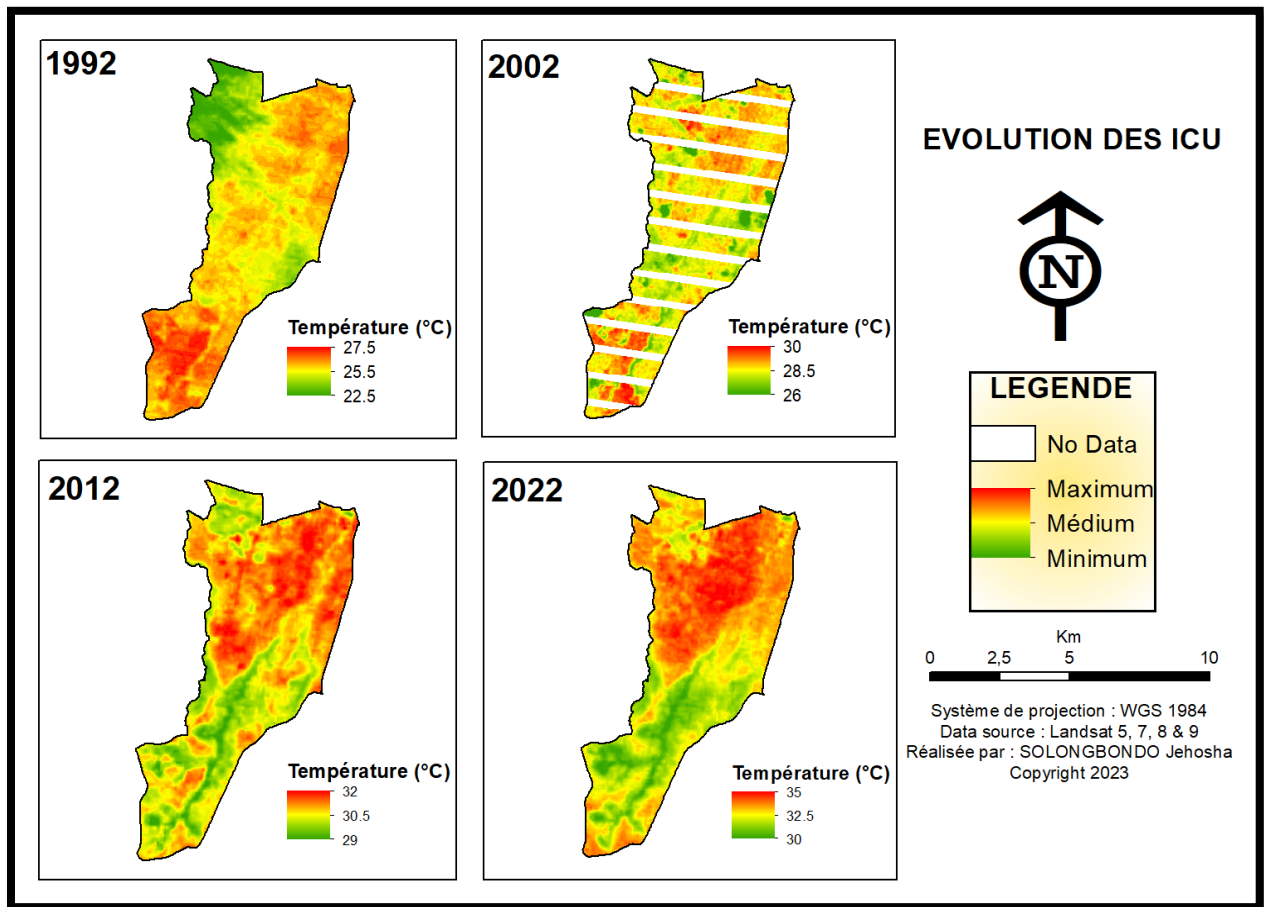


Source : SOLONGBONDO, ArcGIS 10.8, 2023.

En se référant à la figure N°5, « l'étirée » de la légende présente sur la carte une concentration des ilots de chaleur urbains à haute température dans la partie allant du centre au Nord ; la partie allant du centre au Sud quant à elle est caractérisée par des ICU à température moyenne et basse. Le chenal de l'écoulement des rivières affiche des températures moyennes et basse, nous observons également un écart de 5°C entre la température la plus basse et la plus forte.

- Evolution des ilots de chaleurs urbains

Figure N°6. Evolution des ICU

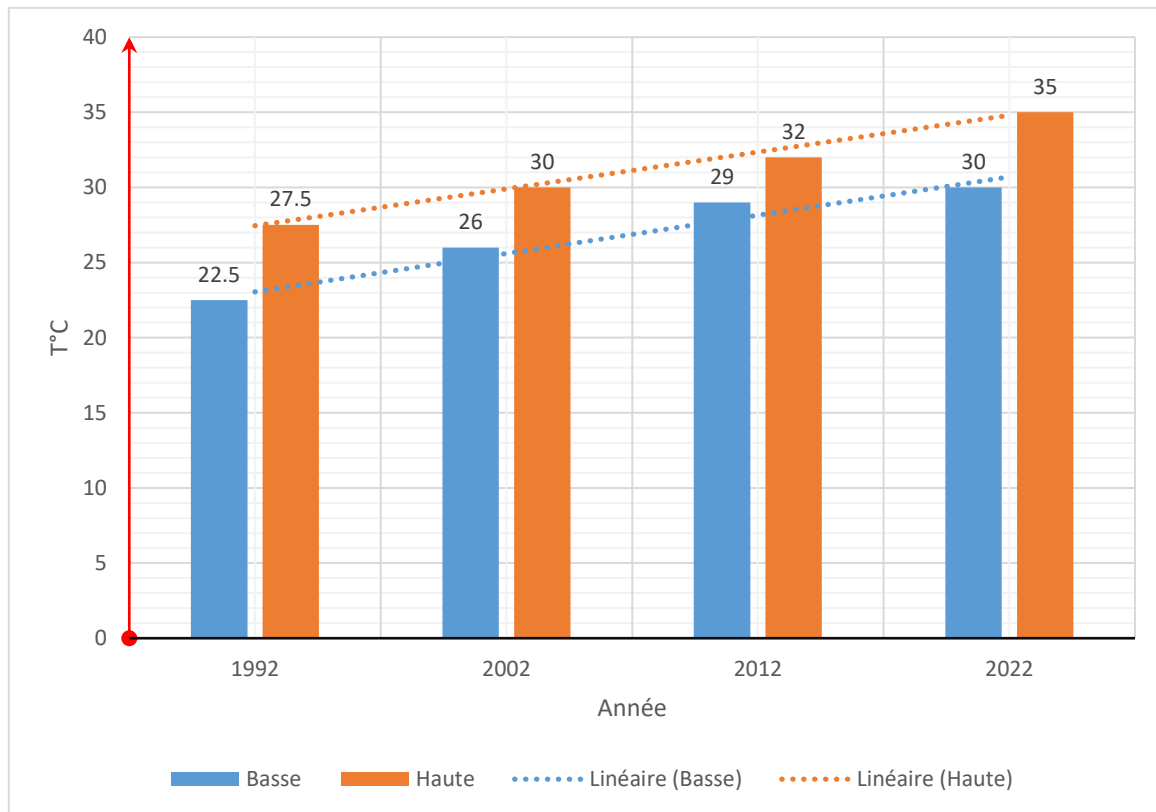


Source : SOLONGBONDO, ArcGIS 10.8, 2023.

A la lumière de la figure N°6, « l'étirée » de la légende présente sur la carte une déconcentration des ilots de chaleur urbains à haute température dans la partie allant du centre au Sud au profit de la partie allant du centre au Nord qui est caractérisée par une intensification des températures et la naissance de plusieurs poches d'ICU. Le chenal de l'écoulement des rivières quant à lui, demeure une zone où les températures restent moyennes et basses.

- Analyse du comportement des ICU

Figure N°7. Tendances des ICU au fil du temps

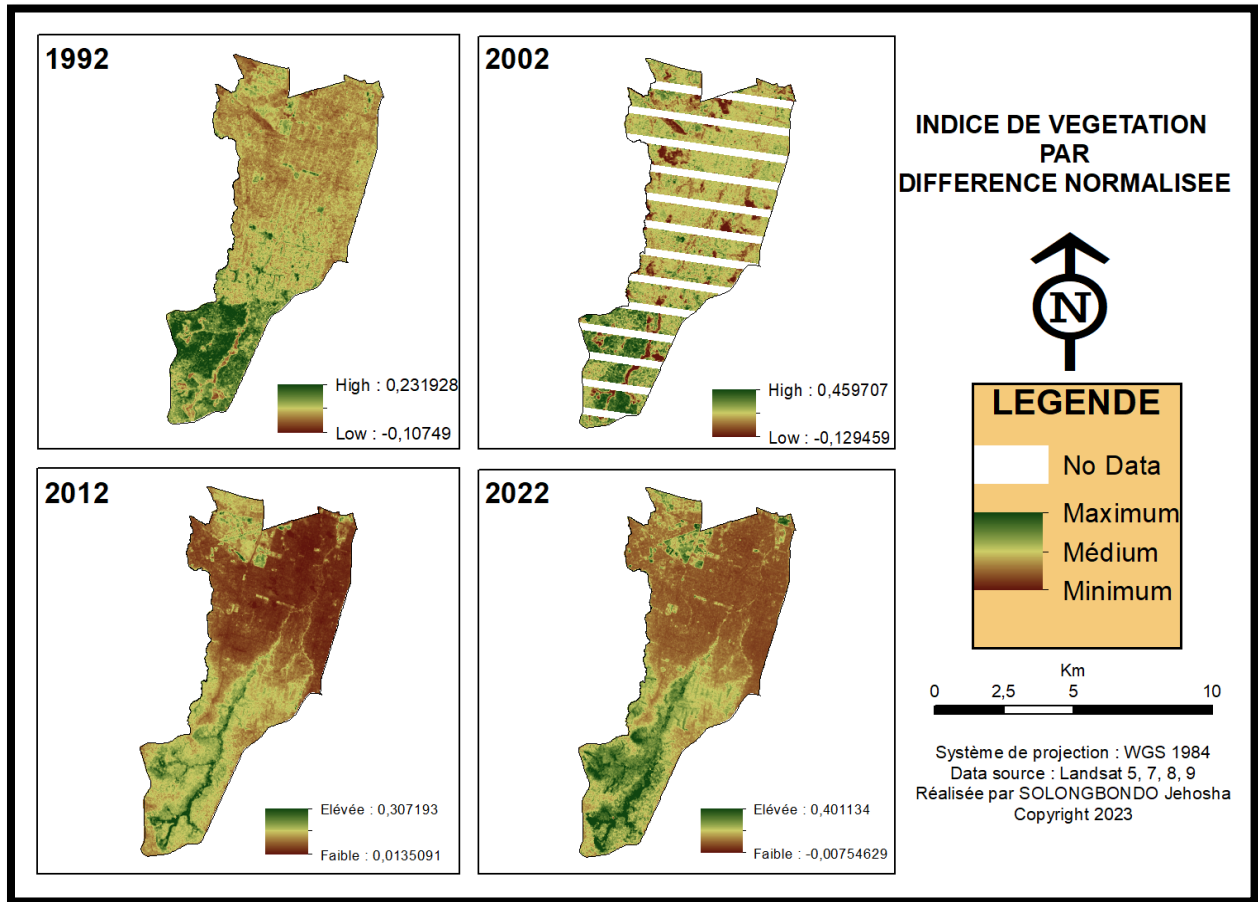


Source : réalisée à partir de la figure 4.5.

Les résultats des analyses des images satellitaires des îlots de chaleurs en 30 ans, montrent une augmentation de plus au moins 7,5° Celsius de température pour les deux niveaux (bas et haut) avec une apparition des plusieurs poches d'îlots de chaleur dans la partie allant du centre au Nord du District de la Funa.

3.1.2. Analyse du NDVI

Figure N°8. Evolution du NDVI



Source : SOLONGBONDO, ArcGIS 10.8, 2023.

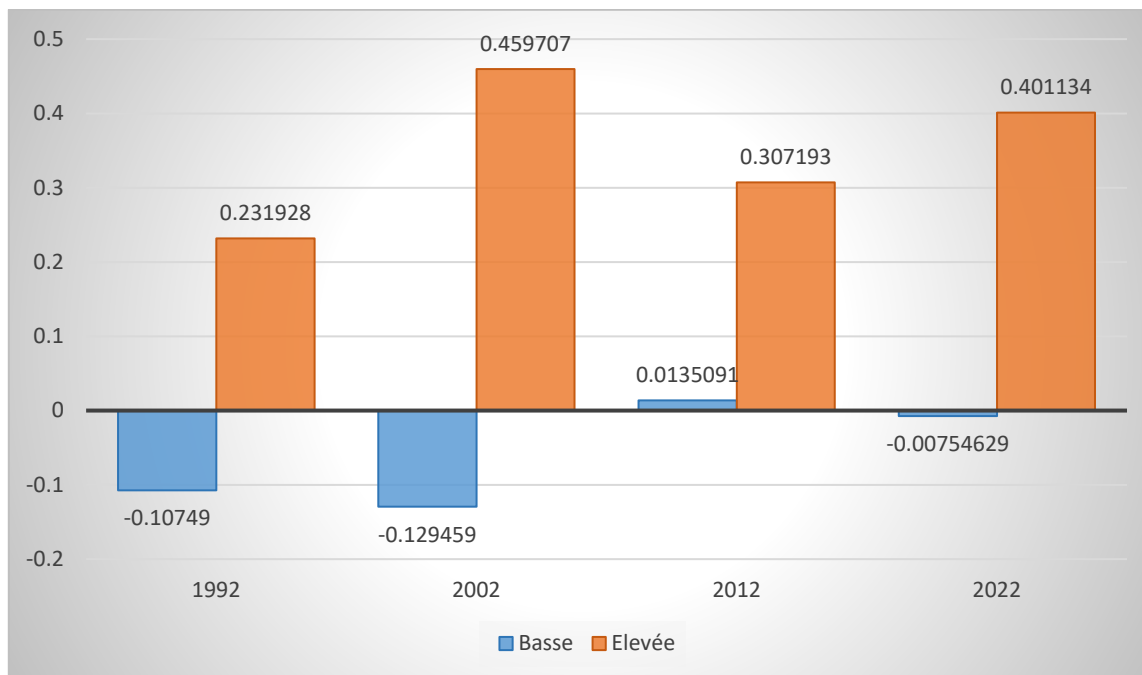
En se rapportant à la figure N°8, on constate une diminution de niveau du NDVI dans la décade comprise entre 1992 et 2002, soit une différence de -0,021969 pour le niveau le plus faible et une différence de 0,227779 pour le niveau le plus haut.

Dans la décade suivante, qui est comprise entre 2002 et 2012, on constate une diminution du NDVI pour le niveau le plus haut soit 0.152514 de différence et une augmentation du NDVI pour le niveau le plus bas soit -0,1159499 de différence.

Dans la dernière décade, qui est comprise entre 2012 et 2022, on constate une augmentation du NDVI pour le niveau le plus haut allant de 0,307193 à 0,401134 soit une différence de 0,093941 et une diminution du NDVI pour le niveau le plus faible allant de 0,0135091 à -0,00754629 soit 0,00596281 de différence.

- **Tendance de niveaux du NDVI**

Figure N°9. Tendance de niveaux du NDVI



Source : SOLONGBONDO, ArcGIS 10.8, 2023.

Le profil affiché dans la figure N°9 montrant les tendances de niveau du NDVI, présente une suite sinusoïdale allant de 1992 à 2022. L'année 2002 présente des valeurs ayant le plus grand écart entre le niveau le plus haut et le niveau le plus bas du NDVI soit une marge de 0,330248. Cette même année comporte le taux du NDVI le plus élevé et le plus bas de toute la période tricennale.

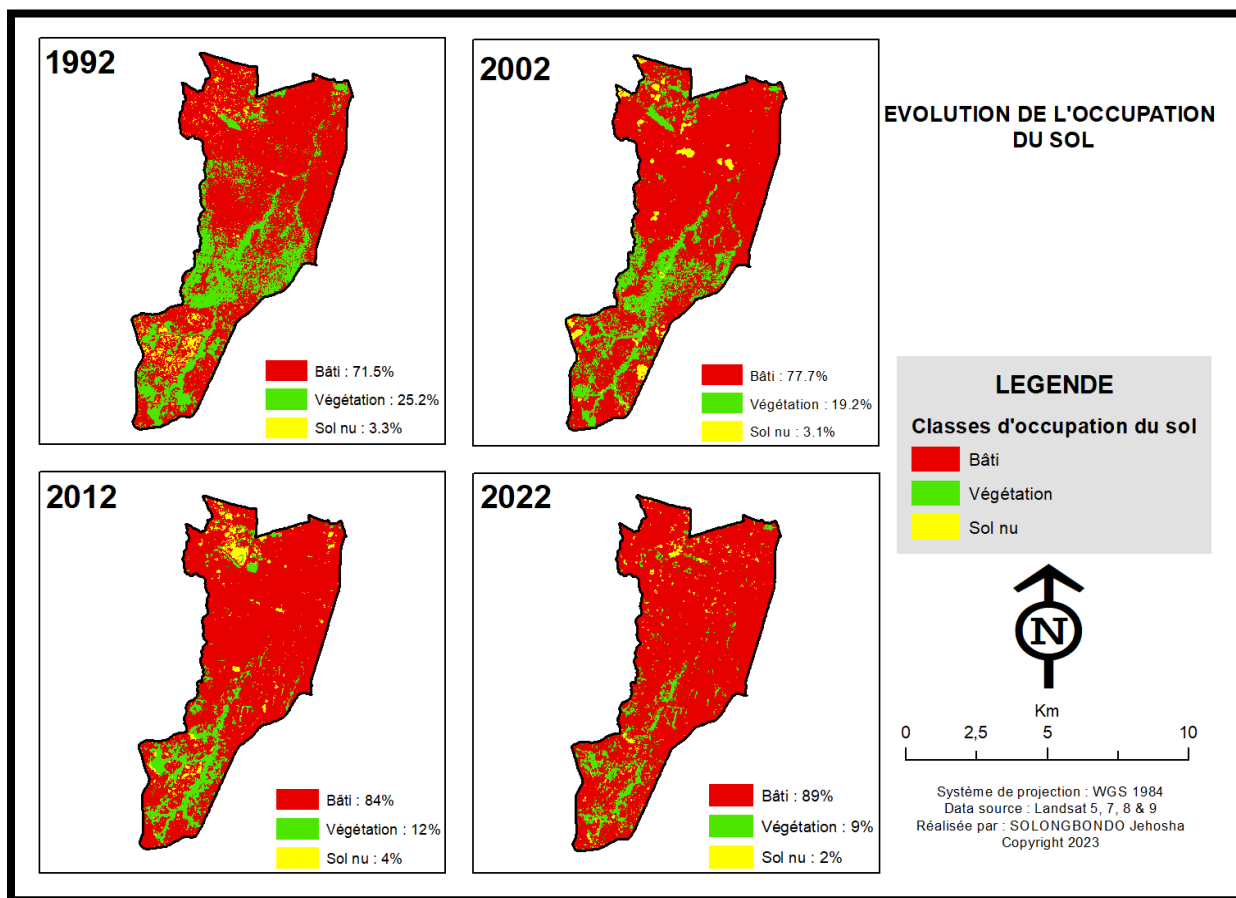
L'année 1992 présente à son niveau le plus élevé, un taux du NDVI le plus faible et à son niveau le plus bas un taux du NDVI moins faible en comparaison avec celui de 2002 mais plus élevée en comparaison avec les autres années restantes.

L'année 2012 présente à son niveau le plus bas, un taux du NDVI le plus élevée de toute la période tricennale baignant dans la positivité soit 0,0135091 et une chute pour le niveau le plus élevé en comparaison avec l'année 2002.

L'année 2022 quant à elle, présente à son niveau le plus bas une baisse de taux du NDVI et une augmentation à son niveau le plus élevé en comparaison avec l'an 2012 soit une perte de couverture végétale à son niveau plus bas et un gain de surface couverte à son niveau le plus élevée affichant une marge de 0,39358771 de différence.

3.1.3. Analyse de l'occupation du sol

Figure N°10. Evolution de l'occupation du sol



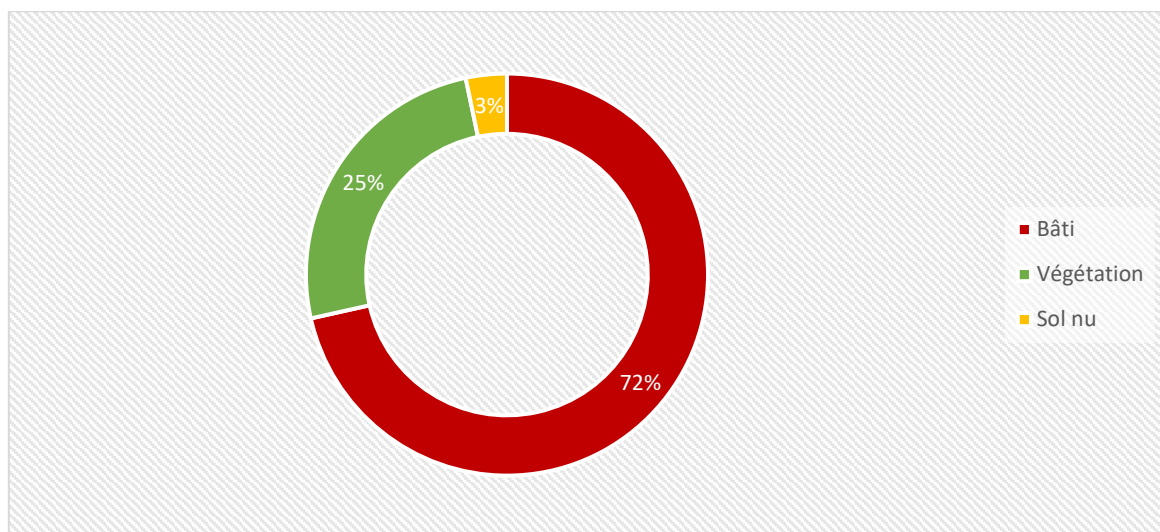
Source : SOLONGBONDO, ArcGIS 10.8, 2023.

Les résultats de la figure N°10 présente une rangée de trois classes d'occupation du sol (bâti, végétation et sol nu) dont les proportions d'occupation de l'espace du District de la Funa sont mentionnées à côtés à droite. Ces proportions nous servirons dans l'interprétation et la compréhension desdits résultats.

• Occupation du sol en 1992

A la lumière de la figure N°11, l'espace géographique du district de la Funa était en 1992, occupé plus par le Bâti avec 3525,39 Ha soit 72% de l'ensemble du district de la Funa. En deuxième place figurait la végétation avec 1243,44 Ha soit 25 % de l'ensemble du district et en dernier lieu vient le sol nu qui représente le 3% soit 163,35 Ha de l'espace géographique du district de la Funa.

Figure N°11. Occupation du sol en 1992

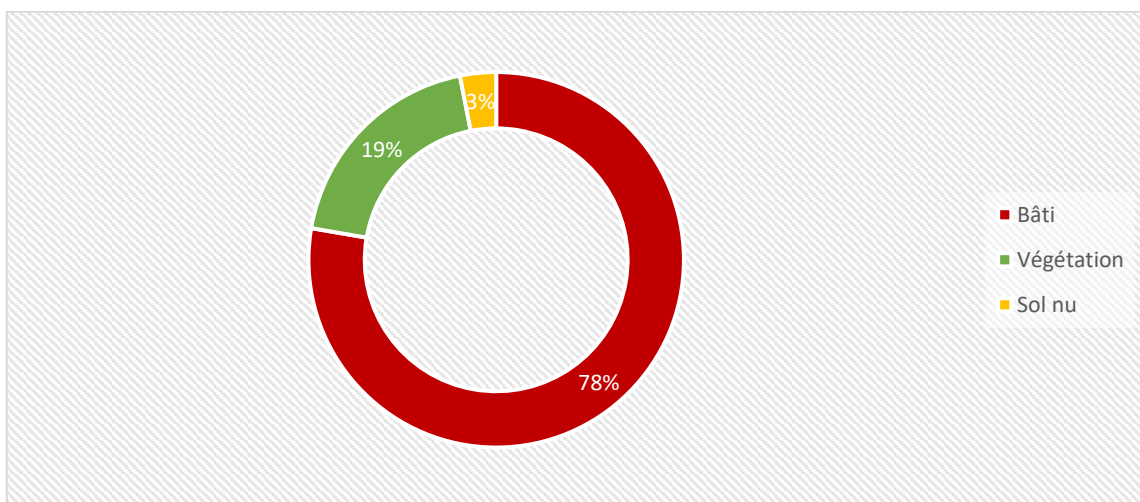


Source : réalisée à partir de la figure n°10, 2023.

• Occupation du sol 2002

A la lumière de la figure N°12, le Bâti occupait en première position une surface de 3833,46 Ha soit 78% de l'ensemble du district de la Funa. En deuxième place figurait la végétation avec 946,26 Ha soit 19% de l'ensemble du district et en dernier lieu vient le sol nu qui représente le 3% soit 152,46 Ha de l'espace géographique du district de la Funa.

Figure N°12. Occupation du sol en 2002

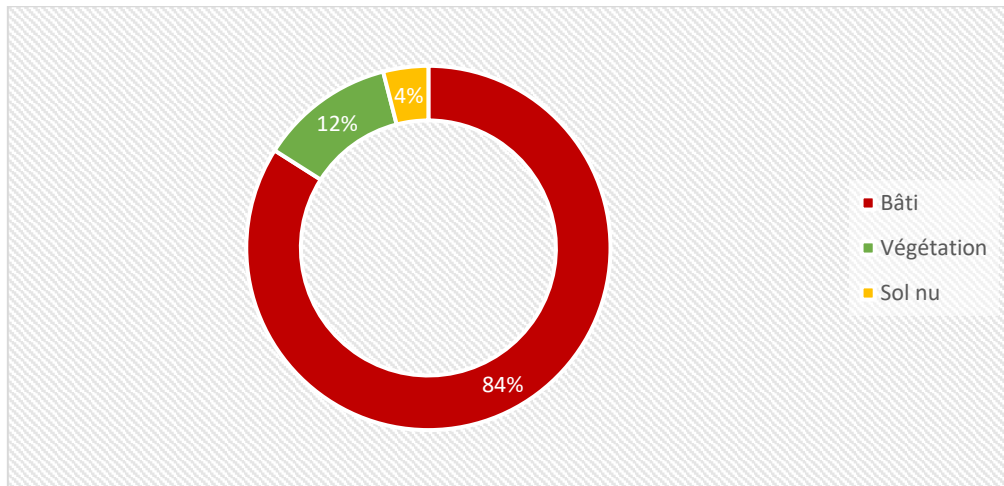


Source : réalisée à partir de la figure n°10, 2023.

• Occupation du sol 2012

En 2012, l'espace géographique du district de la Funa était occupé majoritairement par le Bâti avec 4144 Ha soit 84% de l'ensemble du district de la Funa. En deuxième place figurait la végétation avec 594 Ha soit 12% de l'ensemble du district et en dernier lieu vient le sol nu qui représente le 4% soit 194 Ha de l'espace géographique du district de la Funa.

Figure N°13. Occupation du sol en 2012

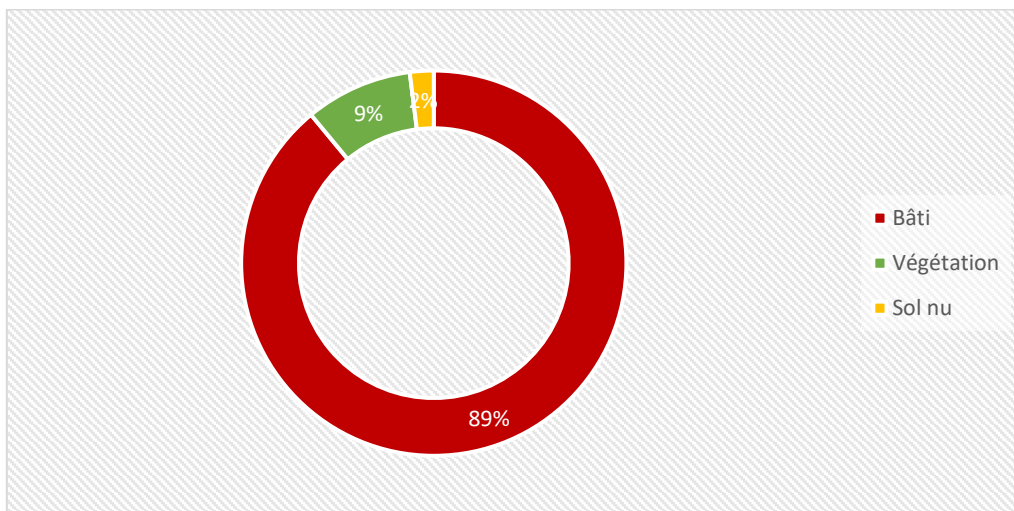


Source : réalisée à partir de la figure n°10, 2023.

- **Occupation du sol 2022**

En 2022, on observe toujours en première position le bâti occupant une surface de 4397,94 soit 89% de l'espace géographique du district. La zone couverte de végétation représentait 9% soit 425,97 et le sol nu quant à lui occupait 108,27 ha soit 2% de l'ensemble du district.

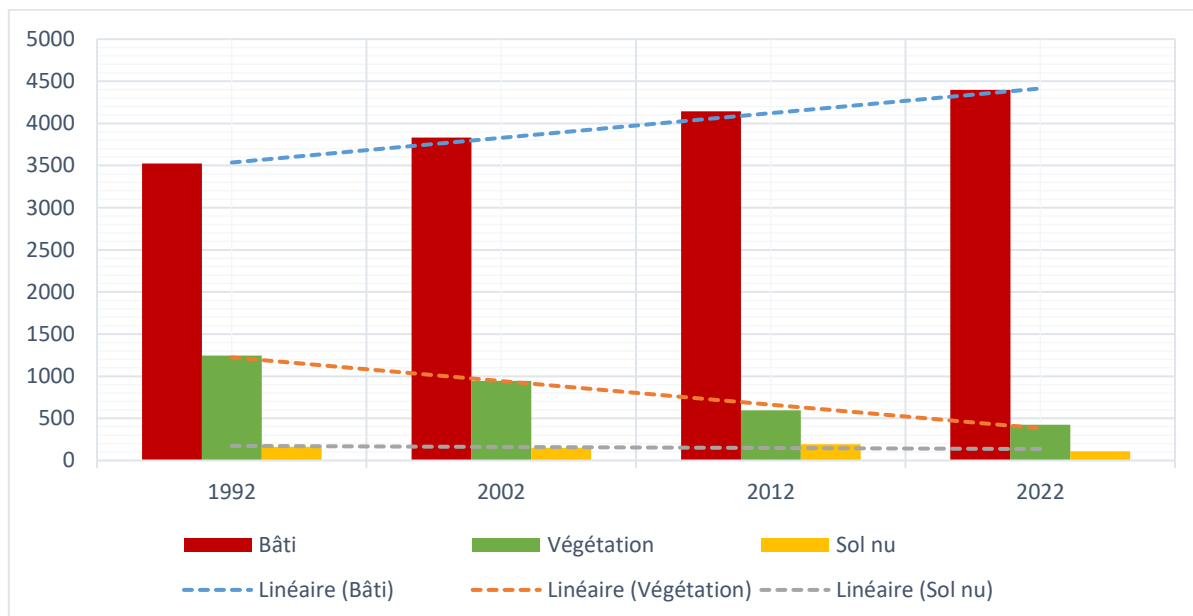
Figure N°14. Occupation du sol en 2022.



Source : réalisée à partir de la figure n°10, 2023.

- Tendances de classes d'occupation du sol

Figure N°15. Tendances de classes d'occupation du sol



Source : réalisée à partir de la figure n°10, 2023.

Entre 1992 et 2002 soit 10 ans, la couverture végétale a perdu 6% de sa superficie allant de 25.2% à 19.2% au profit du Bâti (zone anthropisée) qui a augmenté de 6% soit 308,07 Hectares de plus par rapport à la situation de 1992. Dans la même décade, la superficie des sols nus n'a pas augmenté encore moins baisser de pourcentage dans l'ensemble district de la Funa.

Entre 2002 et 2012 soit 10 ans, les zones anthropisées ont connus une nouvelle expansion de 310,54 Hectares soit 6% de plus par rapport à la tendance d'avant. Dans l'ensemble de deux décades, la progression des zones anthropisées fait près de 618,61 Hectares soit 12%. La végétation elle, a régressé de 7% soit 352,26 Hectares et les sols nus eux, ont connu une augmentation en de près de 1% soit 41,54 Hectares de l'ensemble de l'espace géographique du district de la Funa.

Entre 2012 et 2022, les zones anthropisées ont continuées de connaître l'expansion de sa superficie de près de 5 % soit 253,94 Hectares contrairement à la végétation qui continue de régresser de près de 3% soit 168 Hectares sur l'ensemble du district. Quant aux sols nus, ils ont également régressé de 85,73 Hectares soit 2% de l'ensemble du district de la Funa.

Dans les trois décades, la courbe de tendances est dirigée vers le haut pour les zones anthropisées avec une moyenne d'augmentation 5,6% ; elle est dirigée vers le bas pour les zones couvertes par la végétation avec une moyenne de régression de 5,3% et elle a maintenu une direction uniforme pour les sols nus avec une moyenne de 3% durant ces trente ans.

3.2. Discussions

La démarche empruntée aborde l'évaluation de l'intensité des ICU dans le district de la Funa s'appuyant sur des aspects physiques du milieu urbain (infrastructures, bâtiments et végétation). Il ressort des analyses des images satellitaires d'îlots de chaleurs en 30 ans, une augmentation de température de plus au moins 7,5° Celsius pour les points les plus frais et de 7,5°C également pour les points les plus chauds sur la carte évolutive des ICU.

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

- Le NDVI, et
- L'occupation du sol

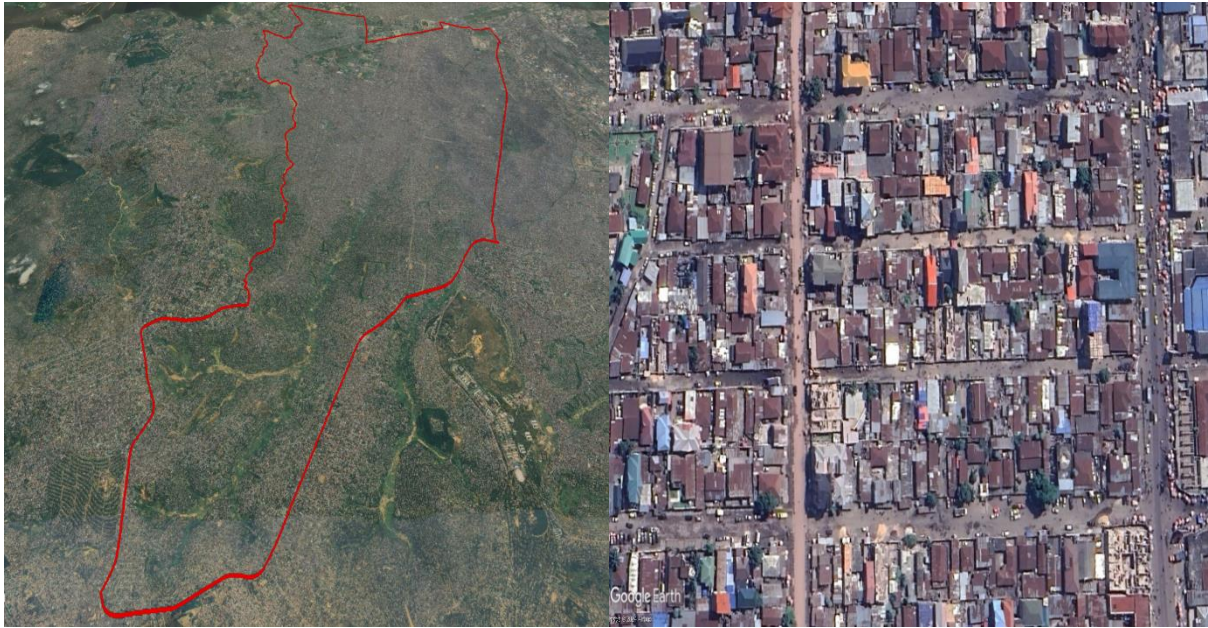
Les résultats de nos recherches présentent un niveau de température élevé dans les zones occupées par les bâtis et les sols nus entraînant ainsi beaucoup plus de vagues de chaleur. Ces derniers étant la résultante de l'émissivité et de l'albédo des matériaux, l'espace du district de la Funa affiche un profil où les températures les plus hautes sont situées dans la partie allant du centre au Nord et dans l'extrémité Sud dudit district.

Après analyse, nous constatons que le profil de température élevée au Nord et au Sud n'est pas un phénomène lambda sans cause, il provient du type et de l'importance de la couverture du sol. Les zones anthropisées composés des murs, bétons, tuiles et asphaltes présentent un niveau d'émissivité allant de 0.71 à 0.96 et un albédo compris entre 0.05 et 0.40, 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 près de 0.98.

La couverture végétale quant à elle n'agit pas en faveur des ICU. Au regard des résultats obtenus, le NDVI et la classification supervisée de la végétation, le district de la Funa affiche également des températures relativement moyennes et faibles notamment au centre ainsi que quelques poches au Nord et au Sud.

Cette cartographie des îlots de chaleur urbains se calque parfaitement avec celle de la classification supervisée de l'occupation du sol et celle du NDVI du fait que les zones à forte température sont celles occupées par les bâtis et sols nus, et les zones à basse température sont celles occupées la végétation d'où, les lieux moins chauds ont un NDVI élevé et lieux très chauds ont un NDVI faible. D'où, les communes les plus sujettes aux îlots de chaleur urbains sont Kalamu, Kasa-Vubu et Ngiri-Ngiri en raison des éléments présentés ci-haut.

Photo N°1. Vue du ciel limites du district de la Funa et étalement des bâtis



Source : Google earth, 2023.

4. Evaluation des impacts d'ICU et moyens de lutte

4.1.Evaluation des impacts d'ICU

Les impacts identifiés sont pris en compte à travers deux grandes étapes. La première concerne leur identification, leur analyse et leur description ; la deuxième traite de l'évaluation, leur l'importance sur base des critères précis. Ces critères sont :

- Intensité : faible, moyenne, forte
- Étendue : ponctuelle, locale, régionale
- Durée : courte, moyenne, permanente
- Importance : mineure, moyenne, majeure

Tableau N°2. Matrice d'évaluation d'impacts

Intensité	Étendue	Durée	Importance
Forte	Régionale	Permanente	Majeure
		Moyenne	Majeure
		Courte	Moyenne
	Locale	Permanente	Majeure
		Moyenne	Moyenne
		Courte	Mineure
	Ponctuelle	Permanente	Moyenne
		Moyenne	Mineure
		Courte	Mineure
Moyenne	Régionale	Permanente	Majeure
		Moyenne	Moyenne
		Courte	Mineure
	Locale	Permanente	Moyenne
		Moyenne	Mineure
		Courte	Mineure
	Ponctuelle	Permanente	Mineure
		Moyenne	Mineure
		Courte	Mineure
Faible	Régionale	Permanente	Moyenne
		Moyenne	Mineure
		Courte	Mineure
	Locale	Permanente	Mineure
		Moyenne	Mineure
		Courte	Mineure
	Ponctuelle	Permanente	Mineure
		Moyenne	Mineure
		Courte	Mineure

Source : Adaptée de l'auteur, 2023. Venant du PGES, 2016.

Tout impact possède une puissance d'affectation que nous qualifions d'intensité ; qui se déroule sur une surface, un terrain, un territoire tout en entier, etc., que nous qualifions d'étendue d'affectation ; ayant un certain laps de temps d'exécution que nous qualifions de durée d'affectation. Ces trois critères sont divisés en classes de trois chacun dont les agencements éventuels de ces derniers exposeront l'ampleur des impacts que nous qualifions d'importance, qui à son tour est scindé en trois classes également pour qu'il ait cohérence. Ainsi nous pouvons déterminer l'ampleur (importance) d'un impact en se référant aux assignations des agencements des classes des critères précédents.

La détermination des impacts se base sur des faits objectifs mais leur évaluation comporte toujours un jugement de valeur. L'évaluation de l'importance d'un impact dépend d'abord de la composante affectée, de même que des valeurs sociales, culturelles, économiques et esthétiques attribuées à ces composantes par la population. L'évaluation de l'importance d'un impact dépend aussi de l'intensité du changement subi par les composantes environnementales affectées.

Tableau N° 3. Identification et évaluation des impacts.

Impacts	Description	Evaluation	
		Désignation	Caractéristiques
Impacts sur l'environnement : Détérioration de la qualité de l'air extérieur.	Les ICU contribuent à la formation du smog. La pollution de l'air et les vagues de chaleur sont deux phénomènes qui s'influencent l'un l'autre	Nature	Négative
		Intensité	Forte
		Étendue	Régionale
		Durée	Permanente
		Importance	Majeure
Impacts sur l'environnement : Détérioration de la qualité de l'air intérieur.	Des conditions de température et d'humidité élevées persistantes peuvent induire le dégazage de COV ou provoquer une prolifération d'organismes indésirables comme les moisissures et les acariens. De telles conditions peuvent aussi causer des problèmes importants d'inconfort thermique	Nature	Négative
		Intensité	Faible
		Étendue	Locale
		Durée	Permanente
		Importance	Mineure
Impacts sur l'environnement : Hausse de la demande en énergie.	Une augmentation de 2 °C induite par les ICU peut accroître de 5 % la consommation énergétique suite à un besoin de rafraîchissement de l'air intérieur ayant comme conséquence l'émission des GES selon la source d'énergie employée.	Nature	Positive
		Intensité	Moyenne
		Étendue	Locale
		Durée	Permanente
		Importance	Moyenne
Impacts sur l'environnement : Hausse de la demande en eau potable.	En raison des ICU, une hausse de la demande en eau potable, pour se rafraîchir (piscine, jeux d'eau., boire, etc.) ou pour arroser les aménagements végétalisés. Cette hausse de la demande en eau potable peut notamment occasionner des pressions sur les infrastructures, une vulnérabilité des sources d'eau potable et restreindre la recharge des nappes d'eaux souterraines	Nature	Positive
		Intensité	Moyenne
		Étendue	Régionale
		Durée	Courte
		Importance	Mineure

Impacts sur la santé	Les ICU peuvent aggraver les effets des grandes chaleurs, lesquelles peuvent provoquer des effets directs sur la santé, comme la déshydratation, l'hyperthermie, le syndrome d'épuisement par la chaleur ou, encore, le coup de chaleur. Des effets indirects peuvent aussi venir aggraver une maladie sous-jacente au point de causer la mort dont le surcroît de morbidité-mortalité lié aux ICU est estimé à 20-25 % touchant particulièrement les populations vulnérables.	Nature	Négative
		Intensité	Forte
		Etendue	Ponctuelle
		Durée	Permanente
		Importance	Moyenne

Source : réalisée par l'auteur, 2023.

4.2. Moyens de lutte

Tableau N°4. Moyens de lutte contre les ICU.

Mesures	Description	Zone d'application (de réduction de chaleur).
Mesures de verdissement	- Aménagement d'espaces verts urbains - Plantation ponctuelle d'arbres et de végétation - Installation de murs végétaux - Conception de toits verts	Bâtiment et ville
Mesures liées aux infrastructures urbaines durables	- Préconisation de la morphologie urbaine aérée - Choix de matériaux réfléchissants - Maximisation de l'inertie thermique - Ajout de protections solaires (volets, auvents, pare-soleil - Choix de revêtements de couleur pour toits à haute réflectivité solaire	Bâtiment et ville
Mesures de gestion durable des eaux pluviales	- Aménagement de jardins pluviaux - Choix de revêtements perméables - Plantation d'arbres et installation de toits verts - Installation de tranchées de rétention	Bâtiment et ville
Mesures de réduction de la chaleur anthropique	- Densification des centres urbains et limitation de l'étalement urbain Encouragement de la mixité des usages Aménagement axé sur les transports actif et collectif - Utilisation adéquate de l'éclairage artificiel et optimisation de la lumière naturelle - Utilisation de la ventilation naturelle, etc.	Bâtiment et ville

Source : réalisée par l'auteur, 2023.

Photos N°2. Illustration mur, pavé et toit végétalisé



Source : les dalles vertes.com, 2023.

Conclusion générale

Dans l'examen de cause et des résultats, il ressort de notre recherche que la démarche empruntée abordant l'évaluation de l'intensité des ICU dans le district de la Funa s'appuyant sur des aspects physiques du milieu urbain (infrastructures, bâtiments et végétation), appliquée à l'analyse des images satellitaires d'îlots de chaleurs en 30 ans, révèle une augmentation de température de plus au moins 7,5° Celsius pour les points les plus frais et de 7,5°C également pour les points les plus chauds sur la carte évolutive des ICU.

Nous constatons que cette dynamique de température s'explique notamment par deux phénomènes entretenant une relation extrêmement étroite :

- Le NDVI, et
- L'occupation du sol

Les résultats de nos recherches présentent un niveau de température élevé dans les zones occupées par les bâtis et les sols nus entraînant ainsi beaucoup plus de vagues de chaleur. Ces derniers étant la résultante de l'émissivité et de l'albédo des matériaux, l'espace du district de la Funa affiche un profil où les températures les plus hautes sont situées dans la partie allant du centre au Nord et dans l'extrémité Sud dudit district.

Après analyse, nous constatons que le profil de température élevée au Nord et au Sud n'est pas un phénomène lambda, il provient du type et de l'importance de la couverture du sol. La couverture végétale quant à elle n'agit pas en faveur des ICU. Au regard des résultats obtenus, le NDVI et la classification supervisée de la végétation, le district de la Funa affiche également des températures relativement moyennes et faibles notamment au centre ainsi que quelques poches au Nord et au Sud. Suite à cela, plusieurs mesures d'atténuation ont été proposées agissant en ville et dans les bâtiments.

Références

- Stewart, I. D., 2011: Redefining the Urban Heat Island. The University of British Columbia, 352 p.
- LELO NZ.F., (2008), Kinshasa : ville et environnement, éd. Le Harmattan, Paris, 282p.
- LELO NZ.F & TSHIMANGA MB.C., 2004, Pauvreté urbaine à Kinshasa, La Haye, éd., Cordaid, 166p.
- OKE, TR. 1987. *Boundary Layer Climates*. Methuen, Londres et New York, 435 p.
- OKE, TR, 1978. *Boundary Layer Climates*. Methuen, Londres. 372 p.
- Howard, L. 1833. *Climate of London*. 3^e édition. « Goldsmiths'-Kress library of economic literature ». Harvey et Darton, London (Angleterre), 284p.
- Stewart, I.D., 2019. Why should urban heat island researchers study history? Urban Climate 30, 100484. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2019.100484>
- Pitre, P. 2008. « A GIS approach to the identification of areas and populations at risk during heat waves ». In *La Journée de présentation des résultats de recherche sur la chaleur accablante*. (Direction de santé publique de l'Agence de la santé et de services sociaux de Montréal, 23 mai 2008). Agence de la santé et de services sociaux de Montréal.
- Pigeon, G., Legain, D., Durand, P., Masson, V., 2007. Anthropogenic heat release in an old European agglomeration (Toulouse, France). *International Journal of Climatology* 27, 1969–1981. <https://doi.org/10.1002/joc.1530>
- Voogt, JA. 2002. « Urban heat island ». In *Encyclopedia of global environmental change*, vol. 3, p.
- OKE, TR. 1981. « Canyon geometry and the nocturnal urban heat island: comparison of scale model and field observations ». *International Journal of Climatology*, n°1, p. 237254.
- LE MENTEC S., « Impact de la végétalisation sur l'îlot de chaleur urbain et la pollution d'ozone : quantification par une approche de modélisation à l'échelle d'un quartier », Thèse de doctorat, Université Paris-Saclay, Paris, 235p.
- MUSENGA TSHIEY V., 2014, « l'organisation de l'environnement urbain et perspectives d'aménagement durable de la ville de Kinshasa » Thèse de doctorat
- RUZINDANA JOSEPH I., 2013, Dynamique spatiale de la température et du couvert végétal dans la ville de Kinshasa, Mémoire de Licence, UPN, Kinshasa, 62p
- Pigeon, G. 2007., « Les échanges surface-atmosphère en zone urbaine- Projets clu-escompte et Capitoul ». Mémoire de doctorat. Université Paul Sabatier Toulouse III, École doctorale des sciences de l'univers, de l'environnement et de l'espace, Toulouse (France), 172 p.

- Maïmouna YMBA, 2022, « Analyse des effets des îlots de chaleur urbains sur la santé des populations de la ville d'Abidjan (Côte d'Ivoire) », article, Fondation Croix-Rouge Française, 23p.
- AULA, 2021, « Ça chauffe en ville, phénomène d'ICU », article, Regard d'expert, 4p.
- ISADORA, 2020, « Ilots de chaleur urbains : lutter contre les ilots de chaleur urbains à l'échelle du projet, en créant notamment des ilots de fraîcheur refuges », Article, EHESP/FNAU, France, 19p.
- STEWART I-D., OKE T-R. « Local climate zones for urban temperature studies ». Bulletin of the American Meteorological Society, 2012, vol93, n°12, p.1879-1900.
- GIEC, 2023, « Sixième rapport d'évaluation » rapport de synthèse, The Shifters, 17p.
- Drapeau L.M.M et C^{ie}, 2021, « Mesures de lutte contre les ilots de chaleur urbains » Synthèse des connaissances, Institut National de la Santé Publique, Officiel, 179p.
- INS, 2020, « Annuaire statistique RDC », Ministère du Plan, Officiel, Kinshasa, 433p.
- IPCC, 2020, « Rapport spécial sur le changement climatique et les terres émergées », Rapport, 40p.
- SHOMBA S.K et al., 2015, « Monographie de la ville de Kinshasa », Rapport de recherche, ICREDES/CRDI, 105p.
- Rizwan, AM, LYC Dennis et C Liu. 2007, « A review on the generation, determination and mitigation of Urban Heat Island ». Département de génie mécanique, University of Hong Kong, (Chine). « Journal of Environmental Sciences » n°20, p. 120-128.
- KANENE M.C et al., 2005, « Etude de profil régional du secteur urbain » Rapport de synthèse, Ministère de l'urbanisme et de l'habitat, Officiel, 65p.