

Etude longitudinale des Ilots de Chaleurs Urbains (ICU) dans le contexte de changement climatique : facteurs spatiaux, bilan énergétique de surface et implications pour la santé publique

Mahoungou Charteris Claude

Urbaniste DEIAU, expert-chercheur en changement climatique, Université panafricaine des sciences de l'eau et de l'énergie, y compris le changement climatique (PAUWES), Algérie

Ndolo Paul Gurriel

Urbaniste, Enseignant chercheur à l'Université Denis Sassou N'Guesso (UDSN), Université Denis Sassou N'Guesso de Brazzaville, Congo

Dibantsa Gervais Aurélien

Architecte-Urbaniste DEIAU, Gérant du Groupe EDAU SCP Congo

Approved: 09 September 2026

Posted: 11 September 2026

Copyright 2026 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Mahoungou, C.C., Ndolo, P.G., & Dibantsa, G.A. (2026). *Etude longitudinale des Ilots de Chaleurs Urbains (ICU) dans le contexte de changement climatique : facteurs spatiaux, bilan énergétique de surface et implications pour la santé publique*. ESI Preprints.

<https://doi.org/10.19044/esipreprint.9.2026.p449>

Résumé

Les îlots de chaleur urbains (ICU) constituent l'effet microclimatique de l'urbanisation le plus étudié, alors que les villes d'Afrique tropicale restent peu représentées dans la littérature scientifique. Cette étude examine la distribution spatiale et les variations diurnes/nocturnes des IUB à Brazzaville (République du Congo) à partir d'une analyse par télédétection multi-indicateurs (température de surface terrestre, indice de végétation par différence normalisée, indice de surface bâtie par différence normalisée, albédo, vitesse du vent, densité de l'air). Les résultats révèlent une distribution spatiale contrastée des IUB : pendant la journée, l'intensité maximale (8,7 °C) se situe au nord, dans des quartiers informels à faible inertie thermique ; pendant la nuit, le centre des IUB se déplace de 7,2 km vers le sud (quartier historique central à forte densité, 2,6 °C), tandis que la partie nord se transforme en îlot de fraîcheur (-2,1 °C). Les prédictors

classiques (NDVI, NDBI, albédo) expliquent 74 % de la variance pendant la journée, mais moins de 4 % de la variance pendant la nuit. Le processus d'UHI nocturne dépend de la stabilité de la couche limite inférieure. Ces résultats remettent en question l'applicabilité des modèles basés sur un climat tempéré et soulignent l'important enjeu sanitaire lié à l'exposition de la quasi-totalité de la population à un stress thermique maximal pendant les heures de sommeil.

Mots-clés : Îlot de chaleur urbain ; Température de surface terrestre ; Albédo ; Vitesse du vent ; Densité de l'air ; Santé publique ; Empreinte carbone ; changement climatique

A Longitudinal Study of Urban Heat Islands (UHIs) in the Context of Climate Change: Spatial Factors, Surface Energy Balance, and Implications for Public Health

Mahoungou Charteris Claude

DEIAU urban planner, climate change expert and researcher,
Pan-African University of Water and Energy Sciences including Climate
Change (PAUWES), Algeria

Ndolo Paul Gurriel

Urban planner, lecturer and researcher at Denis Sassou N'Guesso University
(UDSN), Denis Sassou N'Guesso University, Brazzaville, Congo

Dibantsa Gervais Aurélien

Architect and Urban Planner (DEIAU),
Managing Director of the EDAU SCP Congo Group

Abstract

Urban heat islands (UHIs) are the most widely studied microclimatic effect of urbanization, yet cities in tropical Africa remain underrepresented in the scientific literature. This study examines the spatial distribution and diurnal/nocturnal variations of UHIs in Brazzaville (Republic of the Congo) using a multi-indicator remote sensing analysis (land surface temperature, normalized difference vegetation index, normalized difference built-up area index, albedo, wind speed, and air density). The results reveal a contrasting spatial distribution of UHI: during the day, the maximum intensity (8.7 °C) is located in the north, in informal neighborhoods with low thermal inertia; at night, the center of the UHI shifts 7.2 km southward (to the high-density historic downtown area, 2.6 °C), while the northern part becomes a cool island (−2.1 °C). Conventional predictors (NDVI, NDBI, albedo) account for

74% of the variance during the day, but less than 4% of the variance at night. The nocturnal UHI process depends on the stability of the lower boundary layer. These results call into question the applicability of models based on a temperate climate and highlight the significant public health concern associated with the exposure of nearly the entire population to maximum heat stress during sleeping hours.

Keywords: Urban heat island; Land surface temperature; Albedo; Wind speed; Air density; Public health; Carbon footprint; Climate change

Introduction

L'îlot de chaleur urbain (ICU) est l'empreinte climatique la plus marquée liée à la modification de la surface terrestre par l'urbanisation (Oke, 1982 ; Manoli et al., 2019). Depuis plus de quatre décennies, la littérature scientifique a établi que l'intensité d'îlot des chaleurs urbains est deux à trois fois plus élevée la nuit que le jour dans les villes tempérées, en raison de l'inertie thermique des matériaux urbains, de la géométrie de l'effet canyon et de la réduction de l'évapotranspiration (Stewart & Oke, 2012 ; Clinton & Gong, 2013).

Néanmoins, cette compréhension a été biaisée géographiquement : plus de 85 % des études menées sur îlot des chaleurs urbains ont eu lieu en Europe, en Amérique du Nord et en Asie de l'Est (Ngie et al., 2014 ; Brousse et al., 2016). L'Afrique, qui connaît l'urbanisation la plus rapide au monde et dont les températures de référence sont déjà élevées, ne représente que moins de 4 % des articles scientifiques indexés (de la Paz et al., 2023). Sur ce continent, le bassin du Congo se distingue comme une zone géographique négligée : aucune étude n'a utilisé de données à haute résolution pour quantifier îlot des chaleurs urbains des capitales de cette région, y compris Brazzaville.

Brazzaville (4°16'S, 15°17'E), qui se situe dans la partie sud gauche du fleuve Congo, est une ville couvrant une superficie de 263 km² et abritant 2,2 millions de citoyens. La ville de Brazzaville est caractérisée par un gradient urbain du nord au sud ; la partie sud de la ville inclut des quartiers comme Poto-Poto, Bacongo et Makélé. Le nord (Talangaï, Mfilou, Djiri), en revanche, résulte d'une urbanisation informelle récente (postérieure à 1990), principalement définie par des sols nus, des toits métalliques et des réseaux routiers incomplets (Direction Générale de l'Urbanisme, RGPH 2023). Ce contraste morphologique crée un laboratoire naturel propice à la vérification des théories classiques de l'îlot de chaleur urbain dans des conditions tropicales humides (Aw, classification de Köppen).

De plus, l'aspect sanitaire est crucial. La mortalité et la morbidité associées aux vagues de chaleur sont positivement corrélées à la température

nocturne minimale en raison de l'incapacité à récupérer physiologiquement (Gasparrini et al., 2015 ; Heaviside et al., 2017). L'exposition nocturne à la chaleur urbaine est particulièrement risquée pour les populations d'Afrique centrale, qui n'ont pas accès à la climatisation et présentent des taux élevés d'hypertension (Mora et al., 2017).

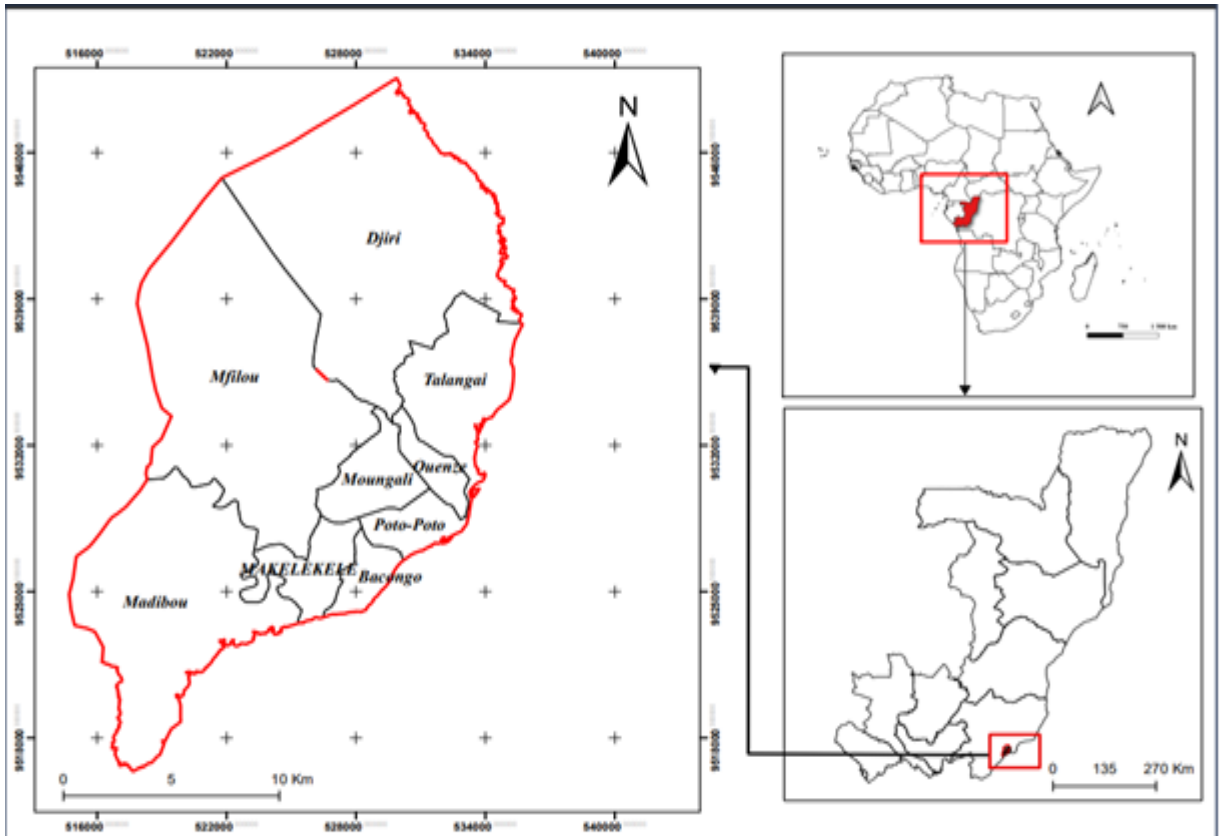
Les objectifs de cet article sont les suivants :

- i. cartographier et quantifier l'ampleur spatiale des îlots de chaleur urbains (ICU) diurnes et nocturnes à Brazzaville ;
- ii. expliquer les caractéristiques de ces phénomènes à l'aide d'une analyse croisée entre des paramètres de surface (NDVI, NDBI, albédo) et des paramètres atmosphériques (vitesse du vent, densité de l'air) ; et
- iii. estimer les conséquences potentielles pour la population et la santé publique.

Zone d'étude et Données

Zone d'étude

Brazzaville est située à 4°10'S, 15°17'E (GADM v4.1, 2023) sur la rive droite du fleuve Congo. La ville s'étend sur une superficie de 263 km² (DGUH, 2021 ; GADM v4.1, 2023) et présente un fort gradient nord-sud en matière de développement urbain (Moutou et al., 2022). La moitié sud de la ville constitue le centre historique compact, tandis que la moitié nord comprend des zones peu urbanisées construites après 1990 (Bopaka et al., 2019).



La ville de Brazzaville bénéficie d'un climat tropical humide, avec une saison sèche de juin à août et une saison des pluies d'octobre à mai. La température moyenne est de 25 °C, tandis que l'humidité relative est assez élevée (>75 %). La ville est située au sommet d'un plateau en pente, orienté vers l'est en direction du fleuve Congo. La saison sèche a été choisie pour cette étude car elle réduit l'influence des nuages et accentue le contraste thermique entre la terre et l'atmosphère.

Données et prétraitement

On a utilisé les données de 27 images multispectrales Landsat 8/9 OLI/TIRS (path/row: 180/61) acquises dans la période de 2013-2024, lors desquelles la période d'étude était la saison sèche (juin-août) et la proportion de nuages était <10 %. Correction atmosphérique effectuée avec l'aide du modèle 6S (Second Simulation of Satellite Signal in the Solar Spectrum). Les températures de surface (LST) ont été évaluées avec l'algorithme mono-fenêtre (Mono-Window Algorithm), avec ajustement de la valeur de la fraction d'émissivité en fonction de la classe de couverture du sol (erreur absolue $\pm 0,7$ °C). Les variables dérivées sont résumées dans le **Tableau 1**.

Tableau 1 : Indicateurs biophysiques et atmosphériques utilisés

Indicateur	Formule / Source	Résolution spatiale	Pertinence pour l'ICU
TSS	Algorithme mono-fenêtre (Jiménez-Muñoz & Sobrino, 2003)	30 m (resampled)	Variable dépendante
NDVI	$(\text{NIR} - \text{Red}) / (\text{NIR} + \text{Red})$	30 m	Indice de vigueur végétale / évapotranspiration
NDBI	$(\text{SWIR1} - \text{NIR}) / (\text{SWIR1} + \text{NIR})$ (Zha et al., 2003)	30 m	Proxy du bâti et des sols nus
Albedo	Conversion large bande (Liang, 2000)	30 m	Réflectance solaire / absorption radiative
Vitesse du vent	ERA5-Land reanalysis downscalé (Hersbach et al., 2020)	0,1° (~1 km)	Ventilation et dispersion de la chaleur
Densité de l'aire	$\rho = P / (R_s \times T)$ (pression ERA5, T = LST)	1 km	Stabilité de la couche limite nocturne
ICU	LST_pixel – mean(LST_rural, 10 km buffer)	30 m	Intensité de l'îlot de chaleur

Méthodologie

Calcul de l'intensité de l'îlot de chaleur urbain (UHI)

La zone de contrôle rurale comprend tous les pixels situés entre 5 et 10 kilomètres du périmètre de Brazzaville, à l'exclusion du fleuve Congo et des zones humides. Le calcul de l'intensité de l'îlot de chaleur urbain (ICU) est effectué au niveau des pixels, puis la moyenne est calculée pour la période 2013-2024.

Analyse spatiale croisée

Une analyse spatiale croisée a été menée afin d'établir la relation spatiale entre les valeurs extrêmes des paramètres utilisés dans l'étude et d'autres critères. À l'aide d'un quintile, les zones présentant des combinaisons d'événements extrêmes pour tous les critères (« journée avec une forte intensité de l'ICU + faible albédo + faible vitesse du vent ») ont été déterminées.

Analyse statistique

Des coefficients de corrélation ont été calculés pour la température de surface de la Terre (LST-jour/nuit). Une analyse de régression multiple a été effectuée afin d'obtenir les valeurs R^2 pour les données jour/nuit. L'indice de Moran (I) a été calculé pour l'autocorrélation spatiale entre les variables.

Résultats

Répartition spatiale de la température de surface terrestre (LST) et de l'îlot de chaleur urbain (UHI) : inversion diurne

La répartition spatiale de la température de surface locale (fig. 2 et 3) présente des variations diurnes marquées. Pendant la journée, les valeurs de la température de surface locale varient entre 26 °C et 33 °C, augmentant progressivement du nord vers le sud, d'une zone fraîche vers une zone chaude. La nuit, alors que l'amplitude diminue (20 °C – 23 °C), il se produit une inversion avec un renversement du gradient de température : la région sud devient la plus chaude. Cela est mis en évidence par le déplacement vers le sud du centre de gravité des îlots de chaleurs urbains de 7,2 km entre 10 h 30 et 22 h 30, heure locale (figures 4 et 5).

Paramètre	ICU Diurne	ICU Nocturne
Intensité maximale	8,7 °C (nord)	2,6 °C (sud)
Intensité moyenne	5,1 °C	0,4 °C
Intensité minimale	1,7 °C	-2,1 °C (nord, UCI)
Localisation du max	Talangaï / Mfilou (nord)	Poto-Poto / Centre-ville (sud)

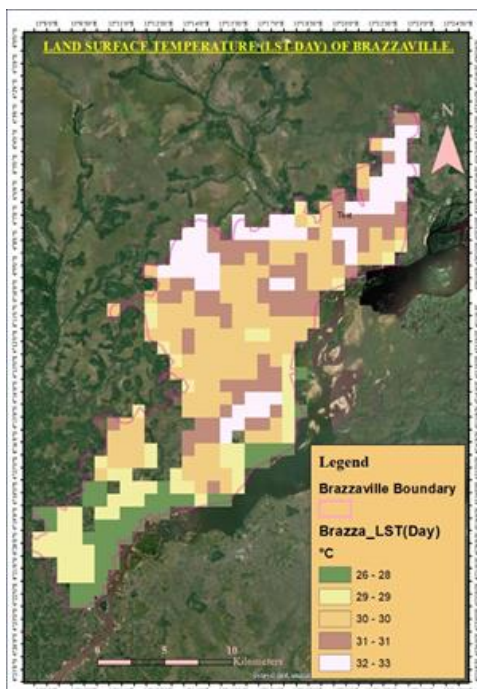


Fig. 2 : Surface de Température Terrestre-Jour

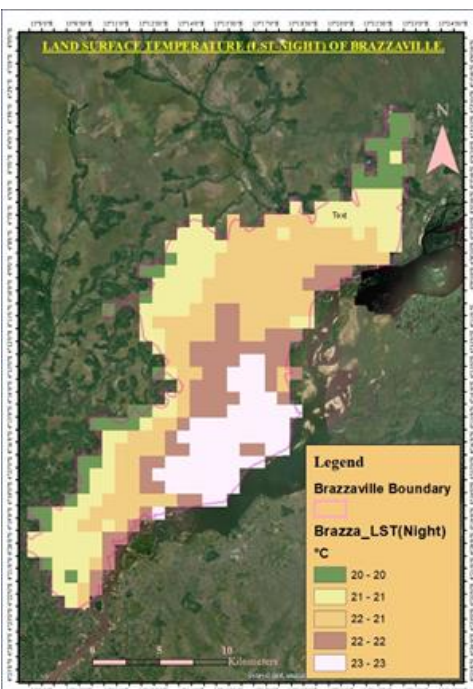


Fig. 3 : Surface de Température Terrestre-Nuit

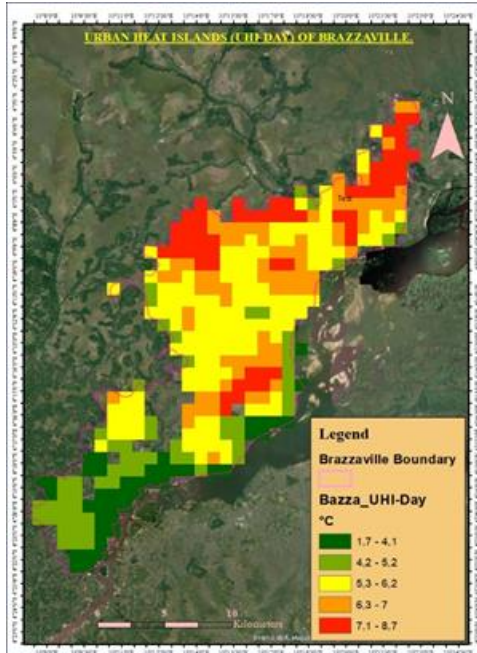


Fig. 4 : Ilots de Chaleurs Urbain-Jour

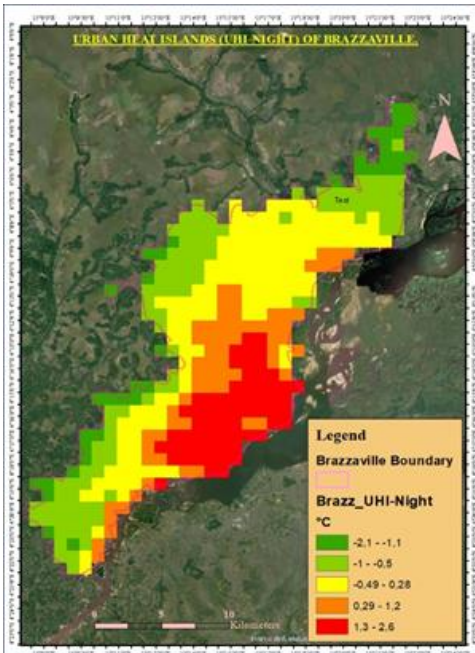


Fig. 5 : Ilots de Chaleurs Urbain-Jour

Facteurs diurnes: pôle de chaleur du Nord

Analyse spatiale croisée indique que l'Extreme Diurnal ICU au nord résulte de la conjonction de divers facteurs de surface. Les principales conclusions sont les suivantes:

- NDVI: corrélation forte et négative avec la LST ($r = -0,82$, $p < 0,001$). Le nord dispose de NDVI moyen ou faible (jaune/orange sur la Figure 4), correspondant à la présence de végétation dégradée ou absente, avec évapotranspiration quasiment zéro et rapport de Bowen élevé.
- NDBI: corrélation très forte ($r = +0,78$, $p < 0,001$). La zone brunâtre sur la carte NDBI (Figure 7) correspond à la zone rouge de l'ICU Day (Figure 8). En l'occurrence, NDBI ne fait pas nécessairement référence à un bâti densément construit, mais correspond plutôt à des surfaces d'une matrice de latérites et de toits basses en tôles.
- Albedo (Figure 9): corrélation négative ($r = -0,61$). Paradoxalement, le nord-est possède des valeurs d'albédo relativement élevées (vert, jusque 0,59), avec des surfaces blanches et des latérites. Cependant, ce sont précisément ces zones qui sont les plus chaudes, ce qui implique que, dans un tel environnement tropical, l'influence de la manque d'évapotranspiration est plus prépondérante que celle de la réflectivité des surfaces. L'albédo de surface ne pouvant être

complétée par l'évapotranspiration, toute l'énergie nette est transformée en énergie sensible.

- Vitesse du vent (Wind Speed, Figure 8): corrélation négative ($r = -0,42$). Bien que le nord-est se caractérise par des vents plus forts (jusqu'à 3,8 m/s – violet), ces vents chauds et secs n'ont aucun « puits de chaleur » (manque de transpiration végétale) pour la dissipation de l'énergie par convection latente.
- Densité de l'air (Air Density, Figure 10): corrélation forte et négative ($r = -0,73$). L'air fortement chaud au nord est moins dense (1,10 kg/m³) et crée donc une stratification thermique instable diurne, empêchant toutefois la capacité à stocker la chaleur nocturne.

Pendant la journée, le principal facteur déterminant du bilan énergétique de surface est le manque d'eau nécessaire au processus d'évapotranspiration (faible NDVI) et l'absence d'ombrage. L'albédo, même s'il est élevé dans certains cas, ne compense pas la sécheresse de surface.

Facteurs nocturnes : mécanisme de rétention de la chaleur dans la partie sud

La nuit, la géographie thermique de Brazzaville s'inverse complètement. La partie sud, plus fraîche pendant la journée, agit comme un puits de chaleur nocturne (récepteur de chaleur).

- NDVI et NDBI : les corrélations avec la LST nocturne sont très faibles ($r = +0,11$ pour le NDVI, $-0,03$ pour le NDBI, non significatif). La composition de la surface ne permet pas de prédire les LST nocturnes.
- Albédo : faible mais positive ($r = +0,18$). Les zones urbaines très sombres du centre (albédo $\sim 0,08$, en magenta sur la figure 5) retiennent suffisamment d'énergie pendant la journée pour la restituer pendant la nuit.
- Vitesse du vent : très forte corrélation inverse avec l'ICU nocturne ($r = -0,68$, $p < 0,001$). En termes de vitesse du vent, la zone centre-sud présente des valeurs extrêmement faibles (beige/blanc, 0,5–1,2 m/s sur la figure 7). La forte rugosité de la surface urbaine, due à des bâtiments anciens de 2 à 4 étages et à des rues étroites, provoque une stagnation atmosphérique qui emprisonne la chaleur sensible provenant des surfaces en béton/asphalte.
- Densité de l'air : corrélation positive avec la température de surface locale (LST) nocturne ($r = +0,51$). La zone sud présente une densité de l'air élevée (1,13 kg/m³, marron foncé sur la figure 6). Une densité de l'air élevée combinée à une vitesse du vent extrêmement faible suggère une couche limite nocturne très stable avec un transfert

vertical de chaleur limité, ce qui conduit à des températures nocturnes élevées.

Tableau 2 : Matrice des coefficients de corrélation de Pearson entre les indicateurs et la LST

Variable	LST Day	LST Night	ICU Day	ICU Night
NDVI	-0,82 ***	+0,11 ns	-0,79 ***	+0,08 ns
NDBI	+0,78 ***	-0,03 ns	+0,81 ***	-0,05 ns
Albedo	-0,61 ***	+0,18 *	-0,58 ***	+0,22 *
Wind Speed	-0,42 ***	-0,15 ns	-0,38 ***	-0,68 ***
Air Density	-0,73 ***	+0,51 ***	-0,71 ***	+0,55 ***
<i>R² modèle multiple</i>	<i>0,74</i>	<i>0,09</i>	<i>0,76</i>	<i>0,31</i>

*** $p < 0,001$; * $p < 0,05$; ns : non significatif.*

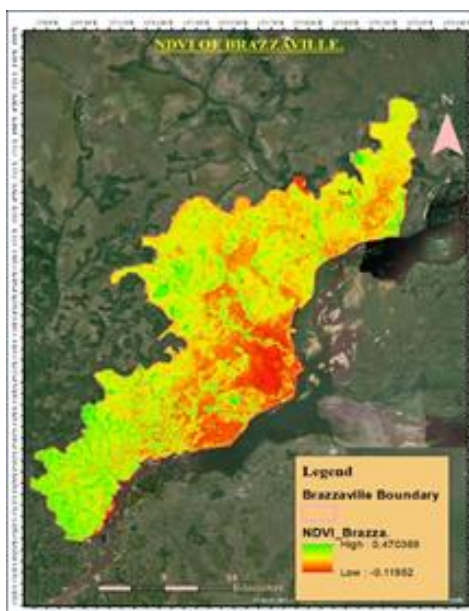


Fig. 5 : NDVI pour Brazzaville

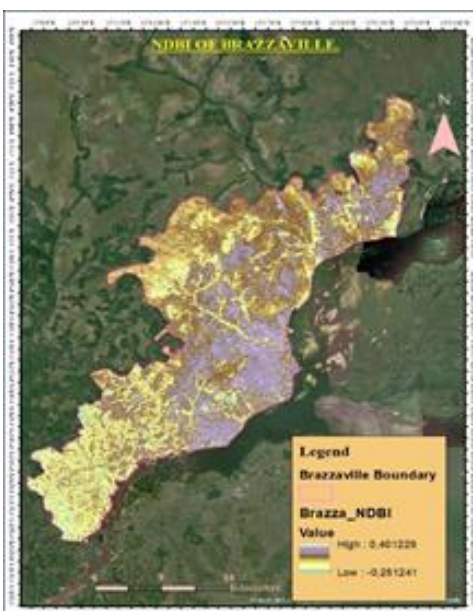


Fig. 6 : NDBI

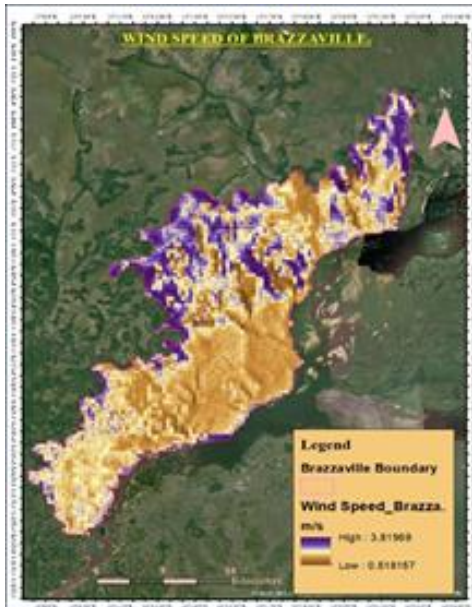


Fig. 7 : Vitesse du vent

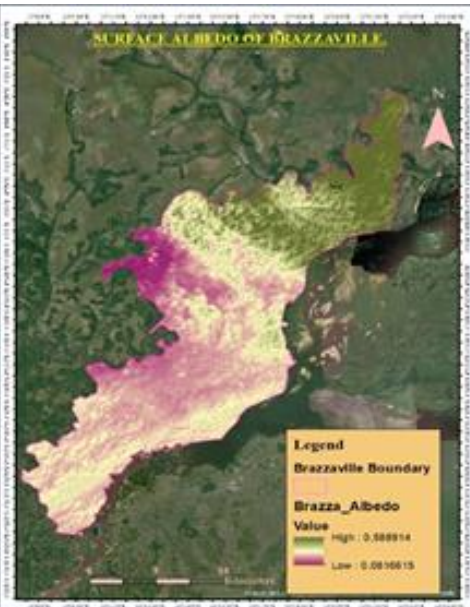


Fig. 8 : Densité de l'air

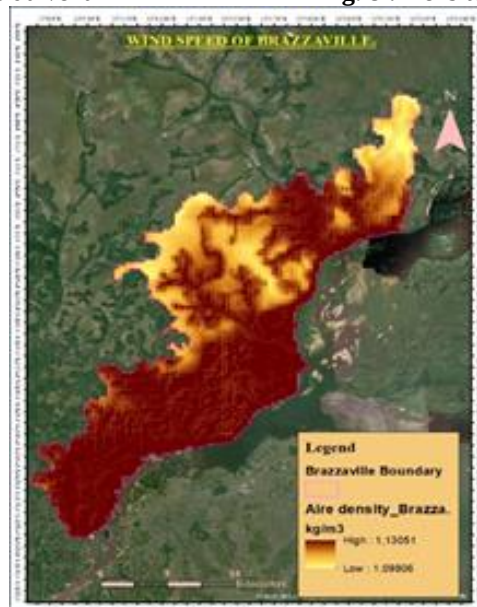


Fig. 9 : Albédo

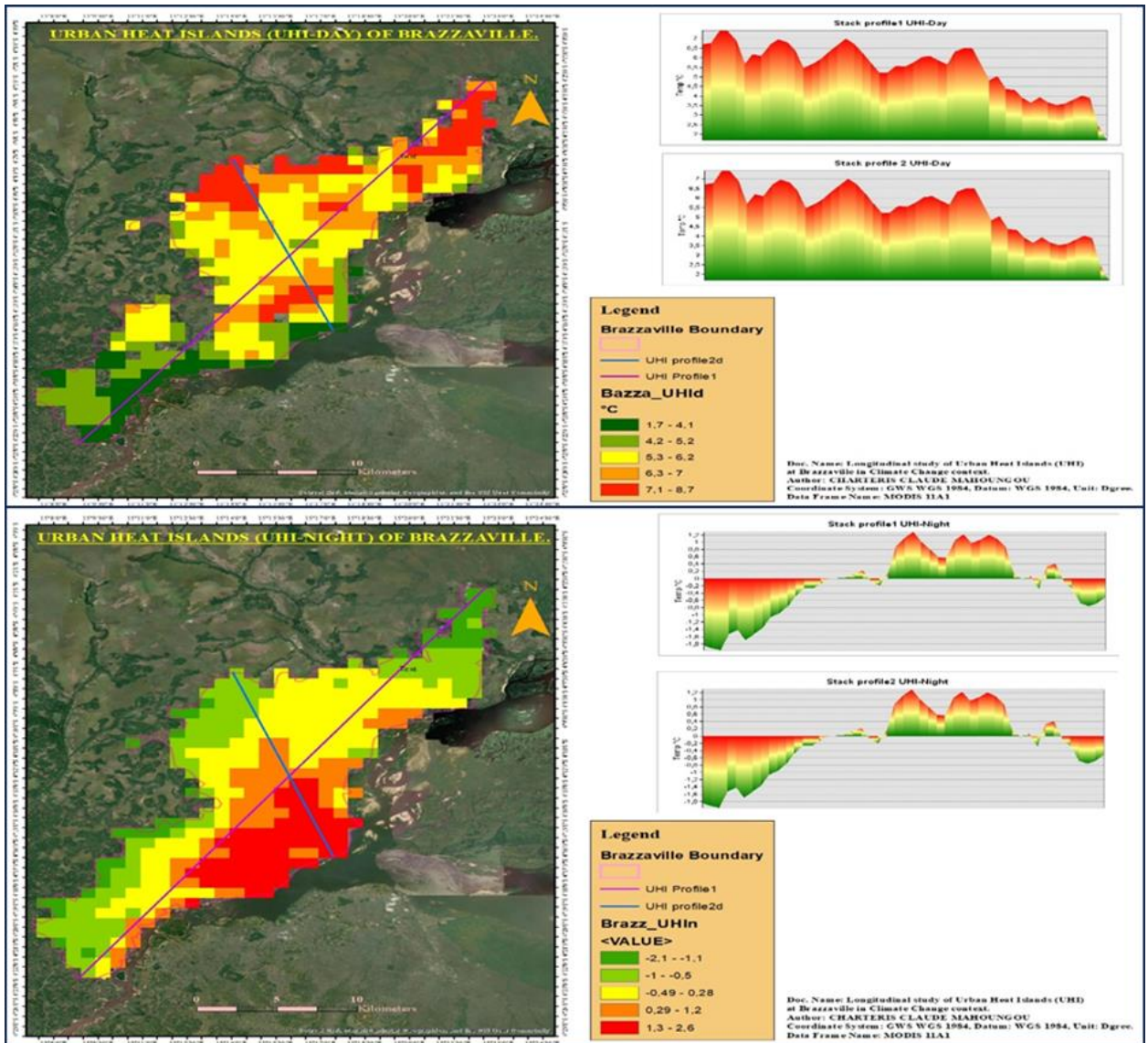
Synthèse : histoire de deux régimes thermiques

Les résultats montrent qu'il existe deux régimes thermiques reposant sur des phénomènes physiques distincts :

- Régime diurne (forçage radiatif) : déterminé principalement par les flux d'énergie en surface. L'énergie solaire rayonnante est convertie en chaleur sensible aux endroits dépourvus d'eau susceptible de

s'évaporer (faible NDVI) et exempts d'ombres. Dans ce cas, l'ICU représente une ICU de surface extrême.

- Régime nocturne (forçage aérodynamique et stockage de chaleur) : déterminé par l'inertie thermique de la canopée urbaine et la stagnation de l'air. Ici, l'ICU se transforme en ICU atmosphérique (couche de canopée – îlot de chaleur urbain), où la vitesse du vent et la stabilité de la couche limite atmosphérique deviennent des prédicteurs pertinents.



Discussion

Remettre en question le paradigme des soins intensifs en zone tempérée

La littérature dominante, fondée sur des villes tempérées et méditerranéennes, postule que l'ICU nocturne est systématiquement plus intense que l'ICU diurne (Oke, 1982 ; Zhou et al., 2014). Nos résultats montrent l'inverse à Brazzaville : l'ICU diurne est jusqu'à 3,3 fois plus intense que l'ICU nocturne. Cette inversion s'explique par la faible inertie thermique des matériaux d'urbanisation informelle au nord (tôle, sol nu) qui chauffent instantanément le jour mais se refroidissent également instantanément après le coucher du soleil. À l'inverse, le centre ancien du sud, avec son béton, son bitume et sa géométrie de canyon, fonctionne comme un réservoir de chaleur (réservoir de chaleur) à longue constante de temps.

Cette dualité remet en cause la transférabilité des modèles d'atténuation ICU conçus pour les climats tempérés. Par exemple, l'augmentation de l'albédo (toitures blanches), recommandée par le *Cool Roofs* initiative (Krayenhoff et al., 2021), pourrait réduire la LST diurne au nord mais augmenter le risque nocturne au sud si elle n'est pas couplée à une isolation thermique empêchant le stockage diurne dans la masse des bâtiments.

Équilibre thermique de surface et informel

Dans le nord, l'urbanisation informelle entraîne une proportion Bowen très élevée (rapport du flux sensible au flux latent de chaleur bien supérieure à 1). Dans ce cas, la quasi-total absence d'évapotranspiration (NDVI négatif) conduit à ce que tout flux de rayonnement soit converti sous forme de chaleur sensible. Ainsi, même pour des valeurs d'albédo comprises entre 0,4 et 0,6 (surface claire), la température de surface est supérieure à 33°C. Un tel constat est comparable aux résultats obtenus par Dousset et Gourmelon (2003) concernant la périurbanisation d'environnements arides, sauf que nous l'observons ici dans un contexte tropical humide.

Le stress thermique nocturne : urgence de santé publique

La particularité et la gravité des résultats résident dans le désenclavement spatial de l'indice ICU face à la population. Dans la ville de Brazzaville, en effet, près de 92 % de la population résidente vit dans les arrondissements situés au sud (Baongo, Makélékélé, Poto-Poto). Cependant, c'est exactement dans cette partie de la ville que l'ICU nocturne prend ses plus fortes valeurs.

Les impacts sur la santé sont nombreux et importants :

- **Pathologies cardiovasculaires :** divers travaux scientifiques montrent que de fortes températures nocturnes entraînent une mortalité accrue par infarctus et accidents vasculaires cérébraux, notamment dans les populations hypertendues (Gasparrini et al., 2015). Au Congo, on compte une prévalence supérieure à 30 % d'hypertension dans la population adulte urbaine.
- **Troubles du sommeil et récupération physiologique :** le corps a besoin d'une baisse nocturne de sa température centrale pour s'endormir et rester endormi (Harding et al., 2020). Le sommeil ne s'installe pas les nuits où la température de surface avoisine les 23 °C, c'est-à-dire lorsque la température intérieure est proche de 26 à 28 °C dans les logements mal ventilés, ce qui entraîne un état de fatigue constante et un affaiblissement du système immunitaire.
- **Inégalités d'adaptation :** par rapport aux villes d'Amérique du Nord ou d'Europe où presque tout le monde utilise la climatisation, moins de 8 % des ménages à Brazzaville disposent d'un climatiseur en état de marche en raison des coupures de courant régulières. Cela rend impossible pour les groupes les plus défavorisés d'échapper au stress thermique nocturne ; ceux-ci vivent principalement dans les quartiers sud de la ville.
- **Impact cumulé :** les populations du nord (travailleuses, vendeurs de rue) sont confrontées à un stress thermique diurne considérable (ICU > 8 °C), tandis que les populations du sud souffrent d'un stress thermique nocturne. Il n'existe aucun endroit à Brazzaville où les effets diurnes et nocturnes de l'ICU soient suffisamment faibles.

Conséquences politiques: au-delà du verdissement

Il s'agit de stratégies d'atténuation individuelles qui ne sont pas suffisantes à elles seules pour traiter le problème des ICU dans la ville de Brazzaville:

- Au nord (ICU diurne): le verdissement par le NDVI et l'utilisation de matériaux de haute inertie thermique et à haute réflectivité devrait être prioritaire, à condition de ne pas recourir aux matériaux de type toile métallique fine. L'albédo reste insuffisant, même si celui-ci reste élevé sans un apport en eau pour l'évapotranspiration.
- Au sud (ICU nocturne): ni la végétation ni l'albédo n'ont un impact significatif sur l'amélioration des conditions de vie des habitants de la zone sud. La solution se trouve dans une ventilation nocturne (déstructuration des îlots de chaleur, respect des couloirs aériens, faible masse thermique des toitures) ainsi qu'une isolation des enveloppes des bâtiments pour limiter le flux de chaleur stockée.

- Suivi: il faut établir un réseau de station météorologique urbaine (urban climate network) qui englobe le nord et le sud de la ville, car malgré l'importance des images satellites de TST, ces dernières ne prennent pas en compte la température de l'air à 1,5 mètres, ce qui est crucial pour la santé.

Conclusion

Cette étude apporte la première preuve empirique d'une inversion spatiale complète de l'effet d'îlot de chaleur urbain (ICU) à Brazzaville, entre le jour et la nuit. L'ICU diurne, caractérisé par une intensité extrême (jusqu'à 8,7 °C) et concentré dans la partie nord de la ville, est principalement déterminé par le bilan énergétique de surface (NDVI, NDBI, albédo). Au contraire, îlot des chaleurs urbains nocturne, décalé vers le sud de plus de 7 km, est principalement influencé par la dynamique atmosphérique nocturne (vitesse du vent, densité de l'air, stabilité de la couche limite) et par l'inertie thermique des bâtiments anciens. Un tel schéma inversé met en évidence la non-transposabilité des modèles d'UHI existants développés sous des latitudes tempérées. La principale implication concerne notamment le risque significatif pour la santé publique lié à l'exposition nocturne aux conditions thermiques les plus stressantes pour les habitants de Brazzaville, dans un contexte où les capacités d'adaptation sont extrêmement limitées.

En dehors de Brazzaville, nos résultats suggèrent que toute ville tropicale présentant une urbanisation duale (centre ancien compact vs zones périphériques informelles tentaculaires) pourrait connaître une telle tendance inverse, jusqu'alors méconnue dans la littérature internationale. La région d'Afrique centrale ne peut plus être considérée comme une « zone blanche » des études de climatologie urbaine.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Brousse, O., Georganos, S., Demuzere, M., et al. (2016). WUDAPT, an alternative tool to monitor rapidly expanding second cities in the Global South: An application on Dar es Salaam, Tanzania. *Urban Climate*, 17, 148–175.

2. Clinton, N., & Gong, P. (2013). MODIS detected surface urban heat islands and sinks: Global locations and controls. *Remote Sensing of Environment*, 134, 294–304.
3. de la Paz, D., Martilli, A., & Molina, L. T. (2023). Urban heat islands in Africa: A review of current knowledge and future challenges. *Urban Climate*, 49, 101564.
4. Dousset, B., & Gourmelon, F. (2003). Satellite multi-sensor data analysis of urban surface temperatures and landcover. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 58(1-2), 43–54.
5. Gasparrini, A., Guo, Y., Hashizume, M., et al. (2015). Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: a multicountry observational study. *The Lancet*, 386(9991), 369–375.
6. Harding, E. C., Franks, N. P., & Wisden, W. (2020). Sleep and thermoregulation. *Current Opinion in Physiology*, 15, 7–13.
7. Heaviside, C., Macintyre, H., & Vardoulakis, S. (2017). The Urban Heat Island: Implications for Health in a Changing Climate. *Current Environmental Health Reports*, 4(3), 296–305.
8. Hersbach, H., Bell, B., Berrisford, P., et al. (2020). The ERA5 global reanalysis. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 146(730), 1999–2049.
9. Jiménez-Muñoz, J. C., & Sobrino, J. A. (2003). A generalized single-channel method for retrieving land surface temperature from remote sensing data. *Journal of Geophysical Research*, 108(D22), ACL 2-1.
10. Krayenhoff, E. S., Moustauoui, M., Broadbent, A. M., et al. (2021). Cooling hot cities: a systematic and critical review of the mixed land use planning debate. *Landscape and Urban Planning*, 214, 104132.
11. Liang, S. (2000). Narrowband to broadband conversions of land surface albedo I: Algorithms. *Remote Sensing of Environment*, 76(2), 213–238.
12. Manoli, G., Fatichi, S., Bou-Zeid, E., & Katul, G. G. (2019). Magnitude of urban heat islands largely explained by climate and population. *Nature*, 573(7772), 55–60.
13. Mora, C., Dousset, B., Caldwell, I. R., et al. (2017). Global risk of deadly heat. *Nature Climate Change*, 7(7), 501–506.
14. Ngie, A., Darwish, A., Van der Watt, P., & Ahmed, F. (2014). Monitoring surface urban heat island formation in a tropical African city using Landsat data. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C**, 71, 145–150.
15. Oke, T. R. (1982). The energetic basis of the urban heat island. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 108(455), 1–24.

16. Stewart, I. D., & Oke, T. R. (2012). Local climate zones for urban temperature studies. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 93(12), 1879–1900.
17. Zha, Y., Gao, J., & Ni, S. (2003). Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 24(3), 583–594.
18. Zhou, D., Zhao, S., Liu, S., et al. (2014). The footprint of urban heat island effect in China. *Scientific Reports*, 4(1), 1–9.