REVUE INTERNATIONALE DAMBE
REVUE SEMESTRIELLE MULTIDIMENSIONNELLE DU CERFDES
ISSN : 1987- 1996

VOLUME 1 - NUMERO 2
JUIN 2025

MUTATIONS SOCIÉTALES EN AFRIQUE : REGARDS CROISÉS

https://revuedambe.cerfdesconsulting.com

Bamako-Mali

Revue Internationale DAMBE

Valorisation des savoirs endogènes et promotion de la recherche scientifique.

PRESENTATION

La revue Internationale « Dambé » qui est un mot bambara signifiant la dignité, est une revue qui vise à promouvoir la recherche scientifique en mettant en valeur les savoirs endogènes en Afrique et ailleurs. C'est une revue semestrielle adossée au Centre d'études, de Recherche et de Formation sur les Dynamiques Économiques, Environnementales et Sociales (CERFDES). À l'exception des numéros spéciaux dont la publication est conjoncturelle, la revue publie deux numéros par an (Juin et Décembre).

Ayant un intérêt particulier pour les sciences sociales, elle reçoit des contributions de doctrine livrant des réflexions sur toutes les questions ou problématiques actuelles dans des domaines tels que, la géographie, l'économie, le droit, la santé et tout autre sujet concernant les sciences sociales, humaines et environnementales.

Les articles soumis à la revue Dambé sont évalués de façon rigoureuse par un comité scientifique et de lecture composés de chercheurs et d'enseignants-chercheurs de diverses nationalités et de spécialités variées. Tous les articles publiés restent accessibles librement par les auteurs ainsi que par les lecteurs sur le site de la revue, à l'exception des numéros spéciaux.

COMITE EDITORIAL

Président du Comité Scientifique

Pr Balla DIARRA, Professeur titulaire en Géographie, École Nationale d'Administration

Coordinateur Scientifique

Dr Issa DIALLO, Maître de conférences en sociologie de la santé, INFTS

Rédacteur en Chef

Dr Idrissa DEMBELE, Maître assistant en droit, USJPB

Rédacteur en Chef Adjoint

Dr Adama Koné, Géographe, CERFDES

Coordonnateur des Rubriques Sciences de la Santé

Dr Abdoul Salam DIARRA, Maître assistant en Santé Publique, CNRST, Bamako, Mali

Directeur de publication

Dr Malick TIMBINE, Maître assistant en Géographie, environnement et santé, ISH

COMITE SCIENTIFIQUE

Pr Balla DIARRA, Géographie, Ecole Nationale d'Administration, Mali

Pr Flatie OUATTARA, philosophie, Université Joseph K. Zerbo, Burkina Faso

Pr Seydou MARIKO, Géographie, Ensup de Bamako, Mali

Pr Cheich Hamala TOURE, Professeur titulaire, Université des Sciences Juridiques et Politiques de Bamako (USJPB), Mali

Pr Brema Ely DICKO, Sociologue, Université des Lettres et des Sciences Humaines de Bamako (ULSHB), Mali

Pr Aboubacar Sidiki COULIBALY, littérature anglaise, Université des Lettres et des Sciences Humaines de Bamako (ULSHB), Mali

Pr Belco OUOLOGUEM, Philosophie, Université des Lettres et des Sciences Humaines de Bamako (ULSHB), Mali

Dr Bazoumana DIARRASSOUBA, Géographie, Maître de conférences, CAMES, Université Alassane Ouattara de Bouaké, Côte d'Ivoire

Dr Nouhoum TANDINA, Maitre de Conférences CAMES, USJPB

Dr Amadou TRAORE, Maître de conférences CAMES en sociologie, Université de Ségou.

Dr Fodié TANDJIGORA, Sociologie, Maitre de conférences CAMES, Université des Lettres et des Sciences Humaines de Bamako (ULSHB), Mali

Dr Ibrahima TRAORE, Sciences de l'Education, Maitre de conférences CAMES, Université des Lettres et des Sciences Humaines de Bamako (ULSHB), Mali

Dr Boureima TOURE, Anthropologie, Maitre de conférences CAMES, Université des Lettres et des Sciences Humaines de Bamako (ULSHB), Mali

Dr Seydou LOUA, Sciences de l'Education, Maitre de conférences CAMES, Université des Lettres et des Sciences Humaines de Bamako (ULSHB), Mali

Dr Abdoulaye GUINDO, Anthropologie médicale, Maitre de conférences CAMES, Université des Lettres et des Sciences Humaines de Bamako (ULSHB), Mali

Dr Kawélé TOGOLA, Anthropologie, Maitre de conférences CAMES, Université des Lettres et des Sciences Humaines de Bamako (ULSHB), Mali

Dr Almamy SYLLA, Anthropologie, Maitre de conférences CAMES, Université des Lettres et des Sciences Humaines de Bamako (ULSHB), Mali

Dr Arouna DEMBELE, Géographie, Maître de conférences, USSGB Mali

Dr Amadou BAMBA, Maître de conférences en Économie, USSGB, Mali

Dr Baba COULIBALY, Géographie Maître de Recherche à l'ISH. Mali

Dr Aimé Assué YAO, Géographie, Maître de conférences CAMES, Université Alassane Ouattara de Bouaké, Côte D'ivoire.

Dr Tuo PEGA, Géographie de la santé, Maître de conférences CAMES, Université Félix Houphouët Boigny.

Dr Papa Fara DIALLO, Maitre de conférences en sciences politiques, Université Gaston Berger de saint Louis, Sénégal

Dr Boubacar dit Dédé TRAORE, Archéologie, Maître de conférences à l'ISH.

Dr N'Gna TRAORE, anthropologie, Maître de conférences à l'ISH.

Dr Issa DIALLO, Maitre de conférences en sociologie de la santé, INFTS.

Dr Souleymane KEITA, Maître de conférences, philosophe, USLHB.

Dr Moctar SIDIBE, Maitre-assistant CAMES, Maitre de conférences, sciences de l'éducation, USLHB.

Dr Mory DIALLO, Maitre-assistant CAMES, Maitre de Conférences, USJPB

Dr Allaye NIANGALY, Maitre de Conférences, USJPB

Dr Abdoul SOGODOGO, Maitre-assistant CAMES, Maitre de Conférences, USJPB

Dr Oumar Toumaly DIALLO, Maitre de conférences, USJPB

Dr Samba SOGOBA, Maître de Conférences, USJPB

Dr Yamadou CAMARA, Maitre de Conférences, USJPB

Dr Ahmed SAMAKE, Maitre de Conférences, USJPB

Dr Mariam SIDIBE, Maitre-assistant CAMES, Maitre de Conférences, USJPB

Dr Fousseyni DOUMBIA, Maitre de Conférences, USJPB

Dr Sounko SISSOKO, Maitre de Conférences, Université de Ségou

Dr Lamine SANDY, Sociologie, Maitre de recherche, INFTS, Mali

COMITE DE LECTURE

Dr Bazoumana DIARRASSOUBA, Géographie, Maître de conférences, CAMES, Université Alassane Ouattara de Bouaké, Côte d'Ivoire

Dr Arouna DEMBELE, Géographie, Maître de conférences, USSGB Mali

Dr Issa DIALLO, Maître de conférences des Universités du CAMES en sociologie de la santé, INFTS

Dr Souleymane KEITA, Maître de conférences, philosophe, USLHB.

Dr Moctar SIDIBE, Maitre-assistant CAMES, Maitre de conférences, sciences de l'éducation, USLHB

Dr Tuo PEGA, Géographie de la santé, Maître de conférences CAMES, Université Félix Houphouët Boigny.

Dr Ibrahima TRAORE, Sciences de l'Éducation, Maitre de conférences CAMES, Université des Lettres et des Sciences Humaines de Bamako (ULSHB), Mali

Dr Mory DIALLO, Maitre-assistant CAMES, Maitre de Conférences, USJPB

Dr Mariam SIDIBE, Maitre-assistant CAMES, Maitre de Conférences, USJPB

Dr Yacouba TENGUERI, Maître-assistant CAMES Sociologie, Université de Dédougou, Burkina Faso.

Dr Amadou BAMBA, Maitre-assistant CAMES, Maître de conférences en Économie, USSGB, Mali

Dr Yéo LANZENI, Maître-assistant CAMES en Géographie, Université Félix Houphouët Boigny d'Abidjan.

Dr Mesmer Luther GUEUYOU, Centre d'études de droit international de l'université Paris Ouest, Enseignant chercheur à l'université de Nantes.

Dr Solim ALEKA, Docteur en Droit public, Ministère de la Santé du TOGO.

Dr Hamidou NAPARE, Sciences de l'éducation, Chargé de Recherches à l'INFSS.

Dr Bakaye TOGOLA, Anglais, études africaines et postcoloniales, UCAD

Dr Issa TOGOLA, Maître assistant en Géographie, Institut de sciences humaines, Bamako.

Dr Soufiana Souleymane MAIGA, didactique des langues université de touba Arabe.

Dr Drissa TRAORE, Maître assistant CAMES, Université de Daloa, RCI.

Dr Tiecoura Hamed COULIBALY, Université Péléforo Gon Coulibaly de Korhogo.

Dr Siaka DOUMBIA, Maître assistant en Géographie, Université de Ségou.

Dr Francis Birama Daba SARR, philosophe, Université cheikh Anta Diop de Dakar.

Dr Falingué KEITA, Économie, USSGB.

Dr Harouna BAGAYOKO, Géographie, USSGB.

Dr Adama KONÉ, Géographie, Université de gestion et de développement durable de Bamako.

Dr Amadou SOW, Droit, Centre d'Etudes, de Recherche et de Prospective en Afrique – CERPA (Mali).

Dr Ibrahima BAMBA, Droit, Institut de pédagogie universitaire de Bamako (IPU)

Dr Lassine DIARRA, Maître-Assistant USJPB.

Dr Adama KONE, Géologie, Maître-Assistant à la FST

Dr Issa OUATTARA, Maître assistant en Géographie, INFTS de Bamako.

Dr Oumar DEMBELE, Géographie, point SUD.

Dr Oumar KONÉ, philosophie, USLHB.

Dr Abdou Bougoury TRAORE, Économie de l'environnement, USSGB.

Dr Lassina TOGOLA, logisticien, USSGB.

Dr Ousmane DOUMBIA, Marketing communication, USSGB.

Dr Toumani KANTE, sciences agronomiques, IER.

Dr Youssouf GUINDO, Géographie de l'environnement, ENSUP.

Dr YAO Koffi Bertrand, Maître assistant CAMES en Géographie, Université Félix Houphouet Boigny d'Abidjan.

Dr Abdoulaye MAIGA, Économie politique, USSGB.

Dr Abdoul wahab Issiaka MAIGA, Administration Éducative et planification. Université privée Attaoune (UPA), BAMAKO

Dr Ousmane Famagan KONATE, Droit public.

Dr Malick TIMBINE, Géographie, environnement et Santé, Maître-Assistant à l'ISH.

Dr Moussa FOFANA, anthropologie de la santé, Maître-Assistant à L'ISH.

Dr Lala Aïché TRAORE, Lettre Moderne, Maître- Assistant à l'ISH.

Dr Yaya SIDIBE, Économie, Maître Assistant à l'USSGB.

Dr Mamoutou BERTHE, Philosophie à l'ENSup.

Dr Abdoulaye N'Tigui KONARE, économiste, Maître- Assistant à l'USSGB.

Dr Boubacar KONATE, Maître-Assistant à l'INFTS.

Dr Ousmane SY, Maître de recherche, Epidémiologiste, Direction Générale de la Santé et de l'Hygiène Publique, Bamako, Mali.

Dr Abdoul Salam Diarra, Maître assistant en Santé Publique, CNRST, Bamako, Mali.

Dr Idrissa DEMBELE, droit, Maitre-Assistant, USJPB

Dr Bengaly GUINDO, Science politique, Maitre-Assistant USJPB

Dr Sory Ibrahim Maiga, Science politique, Maitre-Assistant USJPB

Dr Mohamed BERTHE, droit Maitre-Assistant, École supérieur de journalisme et des sciences de la communication, Bamako

Dr Seydou MALLET, droit, USJPB

Dr Oumar CAMARA, droit, Maitre-Assistant en droit USJPB

Dr Bakary KONE, Maitre-Assistant à l'Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako.

Dr Lamine Boua COULIBALY, Géographie, Maitre-Assistant à l'Université de Ségou.

Dr Soumaila COULIBALY, Psychologie, Enseignant chercheur à l'université des sciences sociales et de gestion de Bamako.

Dr Seydou Soungalo COULIBALY, Sciences de l'éducation, à l'IPU de Bamako.

Dr Ibrahim Amara DIALLO, Philosophie politique et morale, ULSHB.

Dr Ibrahim KONE, relations internationales, FSAP, Bamako

Dr Moïse Jean, Docteur en droit public à l'Université de Nanterre, Chercheur postdoctoral à l'Université de Genève.

SOMMAIRE

Adama KONE, Tenemaka SANOGO, Oumar DEMBELE, Malick TIMBINE

FILLES DOMESTIQUES DANS LE PROCESSUS MIGRATOIRE A BAMAKO : CAS DE LA COMMUNE V. 1

FEMALE DOMESTIC WORKERS IN THE MIGRATION PROCESS IN BAMAKO: THE CASE OF COMMUNE V 1

Didier Kouamé KONAN, Seydou DIARRA, Koulotioloma Issa SORO, Narcisse ASSI-KAUDJHIS

GESTION DU SOL URBAIN ET RECOMPOSITION SPATIALE DANS LA COMMUNE DE SONGON 24

URBAN LAND MANAGEMENT AND SPATIAL RECOMPOSITION IN THE COMMUNE OF SONGON 24

Youssouf TRAORE, Baba COULIBALY

DECENTRALISATION ET DEVELOPPEMENT LOCAL AU MALI : DYNAMIQUES HISTORIQUES, TRANSFORMATIONS SOCIOECONOMIQUES ET ROLES DES ACTEURS TERRITORIAUX DANS LES COMMUNES RURALES DE BAGUINEDA-CAMP ET KALABANCORO 43

DECENTRALIZATION AND LOCAL DEVELOPMENT IN MALI: HISTORICAL DYNAMICS, SOCIOECONOMIC TRANSFORMATIONS, AND THE ROLES OF LOCAL ACTORS IN THE RURAL MUNICIPALITIES OF BAGUINEDA-CAMP AND KALABANCORO..... 43

Kouamé Fréderic N'DRI, Emile Aurélien AHUA

COMSOMMATION DES PRODUITS AVICOLES CHEZ LES ETUDIANTS : ANALYSE COMPARÉE DANS LES VILLES DE SAN-PEDRO ET DE BOUAKE 67

CONSUMPTION OF POULTRY PRODUCTS AMONG STUDENTS: A COMPARATIVE ANALYSIS IN THE CITIES OF SAN-PEDRO AND BOUAKE 67

COULIBALY Tiécoura Hamed, N'ZUE Koffi Pascal, GOLI Kouakou Camille, KOUASSI Kouamé Sylvestre

PENSER LE DEVELOPPEMENT TERRITORIAL AUTREMENT : L'APPROCHE MICMAC APPLIQUEE AU DISTRICT AUTONOME DU SASSANDRA -MARAHOUE (CENTRE OUEST IVOIRIEN) 86

RETHINKING TERRITORIAL DEVELOPMENT: THE MICMAC APPROACH APPLIED TO THE SASSANDRA-MARAHOUÉ AUTONOMOUS DISTRICT (CENTRAL-WESTERN CÔTE D'IVOIRE)..... 86

NDJELEBO-OTIBI Helsie-Danicha, BIVEGUE-BIVEGUE André Géraud Le Brun, BILOGHE BENGONE Chancia, ZOO EYINDANGA René Casimir

GESTION DES DECHETS MENAGERS DANS LE PREMIER ARRONDISSEMENT DE NTOUM 108

HOUSEHOLD WASTE MANAGEMENT IN THE FIRST DISTRICT OF NTOUM 108

Oumar PLEA, Alassane TOURE

ORPAILLAGE ET RISQUE DE DEGRADATION DES SERVICES ECOSYSTEMIQUES D'APPROVISIONNEMENT, DANS LA COMMUNE RURALE DE SITAKILY/LOULO/CERCLE DE KENIEBA..... 134

GOLD PANNING AND THE RISK OF DEGRADATION OF SUPPLY ECOSYSTEM SERVICES IN THE RURAL COMMUNE OF SITAKILY/LOULO/KENIEBA CIRCLE..... 134

Salif SOUMARE, Seydou MARIKO, Djibrilla Alhadji CISSE et Dommo TIMBELY

PERIMETRE IRRIGUE DE BAGUINEDA : EVOLUTION CLIMATIQUE ET PERCEPTION DE LA POPULATION LOCALE..... 152

BAGUINEDA IRRIGATED AREA: CLIMATE CHANGE AND THE PERCEPTION OF THE LOCAL POPULATION 152

Oumar SIDIBÉ

ANALYSE DE LA SITUATION DE L'ESPECE *VITELLARIA PARADOXA* (KARITE) DANS UN CONTEXTE DE LA DEFORESTATION DANS LA COMMUNE RURALE DE BINKO 168

ANALYSIS OF THE SITUATION OF THE SPECIES VITELLARIA PARADOXA (SHEA) IN THE CONTEXT OF DEFORESTATION IN THE RURAL COMMUNE OF BINKO 168

Anna DIALLO

UTILISATION ET MODES D'APPROVISIONNEMENT EN SOURCES D'ENERGIES DOMESTIQUES DANS LA COMMUNE DE KITA 188

USE AND SUPPLY METHODS OF DOMESTIC ENERGY SOURCES IN THE COMMUNE OF KITA 188

SOUMANA Abdoul-wahab

FACTEURS EXPLICATIFS ET IMPLICATIONS DE L'ENGOUEMENT DES FEMMES MARIEES POUR L'APPRENTISSAGE DES SCIENCES ISLAMIQUES DANS LES ECOLES CORANIQUES DE LA VILLE DE ZINDER 208

EXPLANATORY FACTORS AND IMPLICATIONS OF MARRIED WOMEN'S ENTHUSIASM FOR LEARNING ISLAMIC SCIENCES IN QURANIC SCHOOLS IN THE CITY OF ZINDER 208

NKONGOLO KAAJILA Dieudonné, BAYA MUZELA Jean Claude

DETERMINANTS DE LA STRUCTURATION DES ACTEURS DES FILIERES AGROALIMENTAIRES AU KASAÏ-ORIENTAL EN REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO..... 224

FACTORS DETERMINING THE STRUCTURE OF AGRI-FOOD INDUSTRY PLAYERS IN KASAÏ-ORIENTAL IN THE DEMOCRATIC REPUBLIC OF CONGO 224

KABEYA KABEYA Cédrick, BIUMA LUMBALA Naomie

PROFIL DES DIRIGEANTS ET PERFORMANCE DES PETITES ET MOYENNES ENTREPRISES A MBUJIMAYI (REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO) 237
MANAGEMENT PROFILES AND PERFORMANCE OF SMALL AND MEDIUM-SIZED BUSINESSES IN MBUJIMAYI (DEMOCRATIC REPUBLIC OF CONGO) 237
Moussa FOFANA
SEXUALITE ET RECOURS AUX SAVOIRS ENDOGENES DE CONTRACEPTION CHEZ LES ADOLESCENTES DE LA COMMUNE VI DU DISTRICT DE BAMAKO (MALI) 265
SEXUALITY AND USE OF ENDOGENOUS CONTRACEPTIVE KNOWLEDGE AMONG ADOLESCENT GIRLS IN COMMUNE VI, DISTICT OF BAMAKO (MALI) 265
Oumarou AROU, Malick TIMBINE, Moussa FOFANA
ROLE DES RELAIS COMMUNAUTAIRES DE SANTE (RCS) ET DES PARTENAIRES TECHNIQUES ET FINANCIERS (PTF) DANS LA PREVENTION DU PALUDISME AU MALI : L'EXEMPLE DES CENTRES DE SANTE COMMUNAUTAIRE DE SENOU (A. SA.CO.SE) ET DE YIRIMADIO (A. SA.CO. YI) 284
THE ROLE OF COMMUNITY HEALTH RELAYS (CHNS) AND TECHNICAL AND FINANCIAL PARTNERS (TFPS) IN MALARIA PREVENTION IN MALI : THE EXAMPLE OF THE SÉNOU (A. SA.CO.SE) AND YIRIMADIO (A. SA.CO. YI) COMMUNITY HEALTH CENTRES 284
Boucari DJIGUIBA, Kanchi GOITA
OBSTACLES LIES A LA LUTTE CONTRE LE TRAVAIL DES ENFANTS DANS LE DISTRICT DE BAMAKO (MALI) 301
OBSTACLES TO THE FIGHT AGAINST CHILD LABOR IN THE DISTRICT OF BAMAKO (MALI) 301
Koiworo COULIBALY
ETAT DES LIEUX DE L'INSTRUMENTATION DU KONABERE (BOBOFING) AU MALI ET PERPECTIVES 322
STATE OF PLAY OF THE INSTRUMENTATION OF KONABERE (BOBOFING) IN MALI AND PERPECTIVES 322
Bassy KANOUTE
SECTEUR INFORMEL DANS L'ECONOMIE MALIENNE, ENTRE SURVIE ET MOTEUR ECONOMIQUE : CAS DU DISTRICT DE BAMAKO 336
THE INFORMAL SECTOR IN THE MALIAN ECONOMY: BETWEEN SURVIVAL AND ECONOMIC DRIVER: THE CASE OF THE DISTRICT OF BAMAKO 336
JEANCY TSHILENGI TSHIUNZA
CHOMAGE ET ACCES AU PREMIER EMPLOI DES JEUNES DIPLOMES D'UNIVERSITES : CAS DE LA VILLE DE MBUJIMAYI, RDC 353
UNEMPLOYMENT AND ACCESS TO FIRST JOBS FOR UNIVERSITY GRADUATES: THE CASE IN MBUJIMAYI, DRC 353
ZOLO-M'BOU Dergy-Strede
VARIABILITE SPATIO-TEMPORELLE DES ILOTS DE CHALEUR URBAINS DANS L'AGGLOMERATION DE LIBREVILLE (GABON), A PARTIR DES MESURES IN SITU DE LA TEMPERATURE DE L'AIR DURANT LA PERIODE 2022-2023 ET THERMOGRAPHIES LANDSAT. 369
SPATIO-TEMPORAL VARIABILITY OF URBAN HEAT ISLANDS IN THE LIBREVILLE AGGLOMERATION (GABON), BASED ON IN SITU MEASUREMENTS OF AIR TEMPERATURE DURING THE PERIOD 2022-2023 AND LANDSAT THERMOGRAPHS. 369
Lassina BERHE, Malick TIMBINE
ETUDES DU RECOURS AUX SOINS PAR LES USAGERS DU CENTRE DE SANTE DE REFERENCE DE KALABAN CORO AU MALI 396
STUDIES ON ACCESS TO HEALTHCARE BY USERS OF THE KALABAN CORO REFERENCE HEALTH CENTER IN MALI 396

VARIABILITE SPATIO-TEMPORELLE DES ILOTS DE CHALEUR URBAINS DANS L'AGGLOMERATION DE LIBREVILLE (GABON), A PARTIR DES MESURES IN SITU DE LA TEMPERATURE DE L'AIR DURANT LA PERIODE 2022-2023 ET THERMOGRAPHIES LANDSAT.

SPATIO-TEMPORAL VARIABILITY OF URBAN HEAT ISLANDS IN THE LIBREVILLE AGGLOMERATION (GABON), BASED ON IN SITU MEASUREMENTS OF AIR TEMPERATURE DURING THE PERIOD 2022-2023 AND LANDSAT THERMOGRAPHS.

ZOLO-M'BOU Dergy-Strede
Université Omar Bongo
Doctorant au Département des Sciences, Géographiques, Environnementales et Marines
Email : juandergy@gmail.com

Résumé : L'agglomération de Libreville présente des perturbations microclimatiques, engendrées par sa morphologie urbaine, les conditions climatiques, la croissance démographique et l'urbanisation croissante liée à l'exode rural. L'ensemble de ces éléments constituent des facteurs favorables à la formation d'îlot de chaleur urbain. Cette étude vise à cerner la variation spatio-temporelle des températures pendant la période 2022-2023 à l'aide de mesures fixes et à identifier les îlots de chaleur urbains. La méthodologie de cette recherche, repose essentiellement sur la collecte de données de températures à échelle de l'agglomération de Libreville. Elle s'adapte aux traitements Statistiques, à la Géostatistiques et à l'interprétation de données. La spatialisation de l'îlot de chaleur urbain (ICU) a été réalisée à partir de 11 stations météorologiques. La cartographie du climat urbain requiert des méthodes spécifiques d'interpolation spatiale. Les résultats montrent que le site TTIGE (FOYER PLEIN NIGER) enregistre la température moyenne annuelle la plus importante, avec 28°C, pour un écart de l'ordre de 3°C. L'observation de l'ICU sur une année montre l'importante variabilité de l'ICU selon les sites et la situation. Les îlots de chaleur urbains sont localisés dans les zones densément bâti.

Mots clés : Température, îlot de chaleur, urbanisation, Landsat, Libreville

Abstract – The Libreville metropolitan area presents microclimatic disturbances, caused by its urban morphology, climatic conditions, population growth and increasing urbanization linked to rural exodus. All of these elements constitute factors favorable to the formation of urban heat islands. This study aims to identify the spatio-temporal variation of temperatures during the period 2022-2023 using fixed measurements and to identify urban heat islands. The methodology of this research is essentially based on the collection of temperature data at the scale of the Libreville metropolitan area. It is adapted to statistical processing, geostatistics and data interpretation. The spatialization of the urban heat island (UHI) was carried out from 11

meteorological stations. Urban climate mapping requires specific spatial interpolation methods. The results show that the TTIGE site (FOYER PLEIN NIGER) recorded the highest annual average temperature, with 28°C, for a difference of around 3°C. Observation of the UHI over a year shows the significant variability of the UHI depending on the sites and the situation. Urban heat islands are located in densely built-up areas.
Keywords: Temperature, heat island, urbanization, Landsat, Libreville

Introduction

Les derniers rapports du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) soulignent que la température moyenne à la surface de la terre s'est déjà réchauffée de 1,09°C depuis l'époque préindustrielle (1850 à 1900) (GIEC, 2021). En Afrique, la hausse des températures accroîtra le nombre et la gravité des vagues de chaleur, notamment en zone urbaine (GIEC, 2014). L'exposition à des risques climatiques multiples et complexes augmenterait entre 1,5 °C et 2 °C de réchauffement planétaire, avec une plus grande marge de la population exposée et menacée par la pauvreté en Afrique (GIEC, 2018 ; POKAM MBA et *al*, 2018).

Face à la hausse des températures moyennes et à la multiplication d'événements météorologiques extrêmes, tels que les canicules, les tempêtes ou les inondations, il est impératif de mettre en place des stratégies spécifiques pour renforcer la résilience du bâti et des villes (ANAÏS et *al*., 2024). Cela implique d'intégrer dès à présent les projections climatiques futures dans les projets de rénovation, de conception et de construction. Une attention particulière doit également être portée aux microclimats locaux, afin de proposer des solutions adaptées, durables et efficaces face aux défis climatiques à venir.

Le Gabon est activement engagé dans la lutte contre le réchauffement climatique, en s'appuyant sur ses atouts naturels (BANQUE MONDIALE, 2022). Il se positionne comme un acteur clé dans cette lutte contre le réchauffement climatique, en mettant en œuvre des politiques nationales ambitieuses et en collaborant activement avec la communauté internationale. Cependant, pour que ces engagements portent pleinement leurs fruits, il est essentiel d'avoir un regard sur ce phénomène microclimatique : particulièrement, les *îlots de chaleur urbains.*

Plusieurs travaux portés sur la connaissance des îlots de chaleur urbains rassemblent et mettent en cohérence diverses réflexions conceptuelles, théoriques et empiriques pouvant faire avancer les débats sur les questions de compréhension du développement des climats locaux (microclimat). L'intérêt porté sur cette thématique se veut de plus en plus grandissant (KERGOMARD *et al*, 2002).

Depuis les années 1960, l'agglomération de Libreville n'a cessé de modeler son espace urbain suivant la pression démographique liée aux mobilités de ces populations (MADEBE, 2014 ; NDONG MBA, 2007 ; MOUNGANGA, 2014). Passant ainsi, de 20 % de taux d'urbanisation en 1960, à 73 % en 1993 (OKANGA-GUAY, 2002), à 87 % en 2013 (DGS-RGPL, 2015) et à 90 % en 2019 (PERSPECTIVE MONDE 2021). Cette croissance démographique a conduit à une occupation anarchique, irrationnelle et démesurée de l'agglomération de Libreville (PAPSUT, 2001). Ce processus de croissance urbaine (urbanisation galopante et croissance démographique) traduit premièrement, des bouleversements de cette aire urbaine et l'entassement de sa population dû à l'exode rural à compter des années 1980 suite au boom pétrolier. Deuxièmement, elles traduisent la modification de sa surface, par une forte diminution des espaces végétalisés au détriment du bâti, qui résultent des activités de ses habitants. Ainsi, cette occupation démesurée est à l'origine du développement des microclimats de cet espace urbain (MODINGA DOKONDO, 2018 ; OBIANG ZOGO, 2020). C'est-à-dire, ceux-ci participe à former des îlots de chaleur urbains.

Cette étude propose un regard particulier sur les « îlots de chaleur urbains » dans le contexte de Libreville. Ce terme désigne « un phénomène microclimatique qui se manifeste par une augmentation significative de la température de l'air urbain par rapport à l'environnement rural immédiat » (AGENCY, 2012). Autrement dit, c'est un secteur, pour une période donnée, présentant des différences de températures de 5 degrés Celsius et plus par rapport à l'environnement naturel. (OKE, 1982). Dans certains cas (comme en Amérique du Nord), la température moyenne de l'air dans les villes de taille moyenne à grande est généralement de 1 °C à 3 °C plus élevée que dans les campagnes environnantes, et jusqu'à 12 °C plus chaude à certains endroits (OKE, 1887 ; OKE, 1997 ; OKE et al, 2017). Elle propose également, une base de données inédite et un outil d'aide à la décision combinant pour la première fois, dans le contexte de Libreville, une estimation de la température de l'air et une détection de la température de surface sur une échelle spatio-temporelle assez conséquente. À savoir, l'étude des îlots de chaleur à la surface du sol (grâce à des lectures de rayons infrarouges

émis et réfléchis par les surfaces) et l'étude des îlots de chaleur de la canopée urbaine (la couche d'air comprise entre le sol et la cime des arbres, ou des toitures des bâtiments).

Pour des enjeux écologiques, socio-économiques et sanitaires, il apparait important d'identifier les zones d'îlots de chaleur et d'analyser sa distribution au sein de l'agglomération de Libreville. Sur un plan prospectif, cette recherche propose un outil intégré du développement urbain en identifiant les zones les plus exposées aux ICUs par des données climatiques et satellitaires. Cette étude prépare cette ville africaine tropicale aux défis futurs, tout en la dotant d'un outil nécessaire pour relever les enjeux liés à l'accélération du changement climatique.

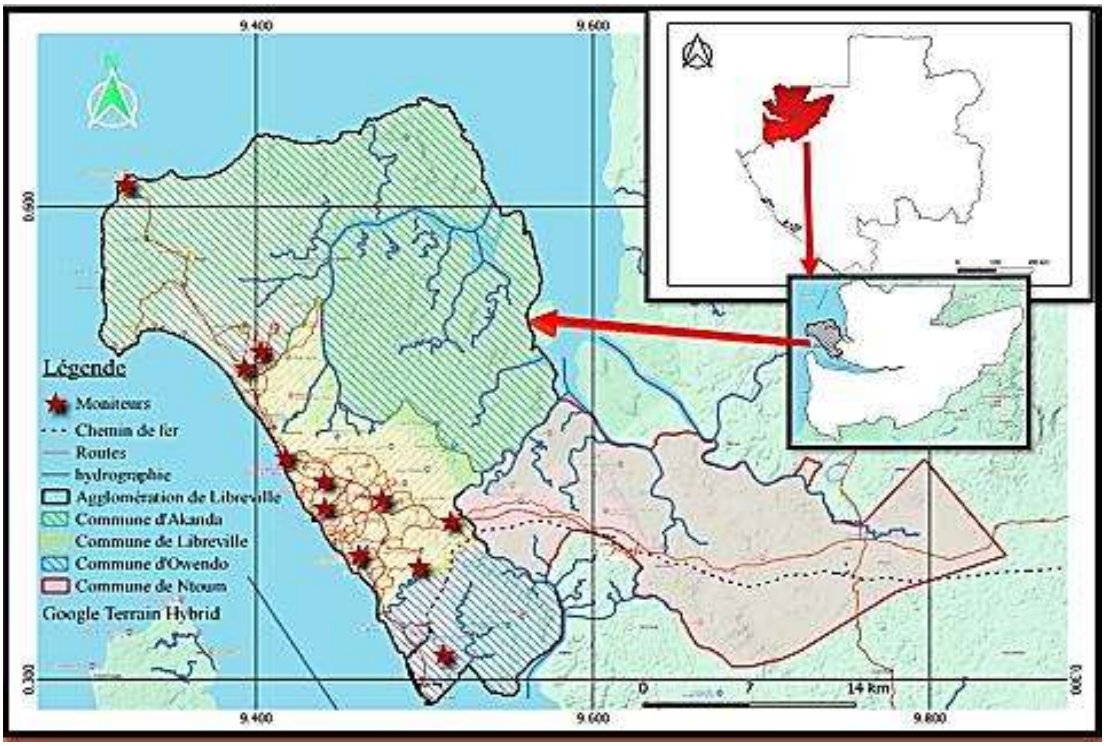
Nous visons, fournir une analyse statistique de la variabilité des « îlots de chaleur urbains » et avoir une connaissance précise de son organisation spatiale dans l'agglomération de Libreville. Dès lors, nous nous sommes interrogés sur l'identification des zones d'îlots de chaleur dans l'agglomération de Libreville.

1. Données et méthodes

1.1. Présentation de l'agglomération de Libreville

L'agglomération de Libreville, territoire d'étudie du présent travail, est située au Nord-Ouest du Gabon dans la province de l'Estuaire (Carte 1). Délimitée au Nord-Est par la Baie de la Mondah, au Sud par l'enclave Ikoy-Komo, à l'Est par la commune de Ntoum et l'Ouest par l'Océan Atlantique (MODINGA DIKONDO, 2018). Cette agglomération se localise précisément entre 0°20' et 0°30' de latitude Nord et 9°25' et 9°30' de longitude Est.

Carte 1: *Localisation de l'agglomération de Libreville*



Source: openstreetmap, données de terrain 2022; Réalisation: ZOLO-M'BOU Dergy-Strede, 2022

Cet espace se subdivise administrativement en trois (3) communes à savoir Akanda au Nord, Libreville au centre et Owendo au Sud. Cette agglomération se positionne à l'embouchure du fleuve Komo, sur la frange côtière du continent et s'intègre dans la région climatique « climat équatorial de transition de la zone centrale » (MALOBA MAKANGA, 2009)

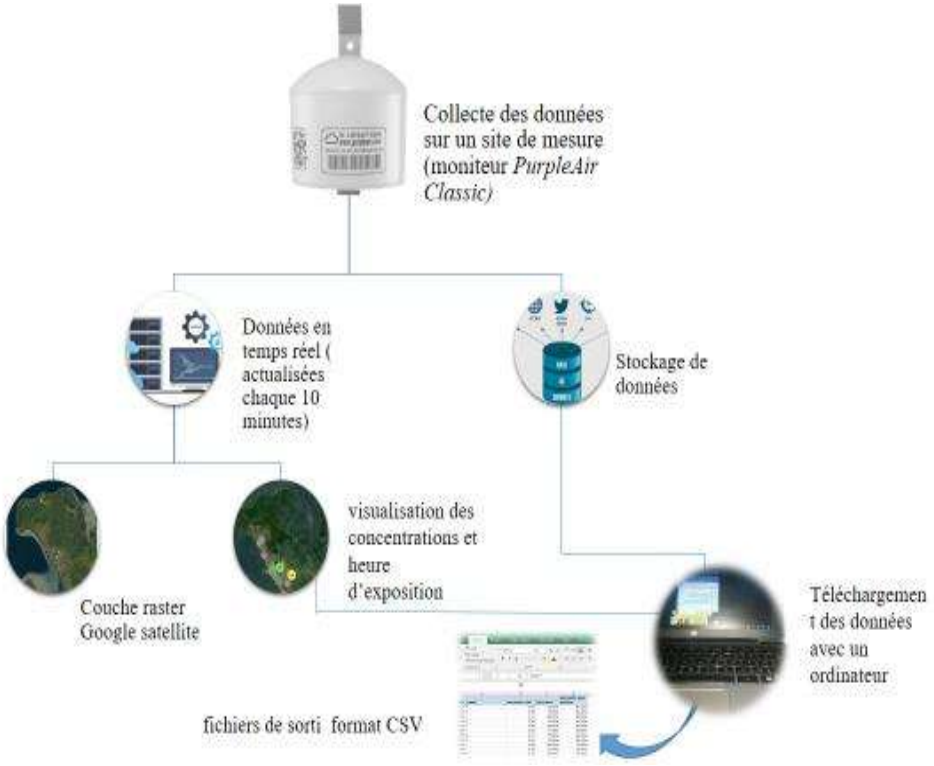
1.2. Présentation du capteur « purpleair classic »

C'est un capteur à faible ou moyen coût (>200.000 Fcfa) de marque ''*PurpleAir Classic''* qui a été utilisé. Ce capteur offre une alternative simple et peu coûteuse. Il mesure la température de l'air en temps réel pour un usage résidentiel, scientifique, commercial ou industriel et peut être installé à l'intérieur ou à l'extérieur. Le Wi-Fi intégré permet à l'appareil de transmettre des données (de mesure de la qualité de l'air) à la carte PurpleAir en temps réel, qui est stockée.

Cet outil de collecte est utilisé pour la collecte des données de températures et est directement relié à un serveur en ligne. Un système de positionnement global (GPS) a été intégré dans le moniteur, facilitant la localisation en ligne de ce dernier. Le téléchargement de ces données a nécessité l'utilisation d'un ordinateur et d'un smart phone smart phone doté d'une

connexion internet. Ce téléchargement des données se fait à partir du site officiel https://map.purpleair.com/ ; Il nous faut sélectionner le moniteur puis la période voulu et enfin lancer le téléchargement. Ces données sont exprimées °C dans des fichiers de format CSV. La Figure 1 suivante illustre la procédure ainsi développée:

Figure 1 : Collecte des données de température et acquisition de la base de données



Source: map.purpleair.com/ ; **Réalisé par** ZOLO-M'BOU Dergy-Strede, 2023

1.3 Description des données utilisées

1.3.1 Les données satellitaires

L'image du satellite LANDSAT a été par téléchargement direct sur le site officiel http://landsat.usgs.gov.
LC08_L1TP_186060_20220530_20220603_02_T1 (02/08/2022 à 02h18) est le numéro de la scène utilisé.

Les produits de données provenant des bandes IRT sont ré-échantillonnées par le fournisseur d'images à une résolution spatiale de 30 mètres (USGS). Les images Landsat-8 sont de niveau L1T (terrain corrigé au niveau 1). Les caractéristiques sont détaillées dans le tableau suivant.

Tableau 1 : Caractéristiques techniques de l'image Landsat utilisée

Date	Satellite	Sensor	Correction	Path	Row	Résolution	Pan	IR	Projection	Zone
02/08/2022	Landsat 8	"ETM+ "	"L1T"	186	60	30 m	15 m	60 m	UTM-WGS84	"32"

Source : http://landsat.usgs.gov/Landsat_Processing_Details.php

Cette image a servi à faire le calcule d'indices de végétation, à l'estimation des températures de surface à partir des bandes thermiques(les bandes 10 et 11 pour l'infrarouge thermique (TIR) et mesure la température de surface) et l'indentification des îlots de chaleur urbains.

MODIS est un spectroradiomètre imageur à moyenne résolution, à bord des satellites AQUA et TERRA de la NASA, conçu pour l'étude et la surveillance de l'environnement au sens large (biosphère, hydrosphère, atmosphère). La température de surface est l'un des paramètres capturés par cet instrument, avec une résolution de 1km x 1km à 10h30 de jour et 22h30 de nuit. Ces données de températures ont été extraites de depuis la plateforme EducSCO. Toutefois, le champ de vue de l'instrument, combiné, à la présence de nuage, ne permet pas d'avoir les données de températures de surface en tout point du globe chaque jour. En conséquence, lorsqu'une date est sélectionnée via, l'outil effectue un traitement de synthèse temporelle sur deux semaines pour proposer une carte de températures de surface moyennes, dé-nuagées, de jour et de nuit, la plus réaliste autour de la date choisie (Plus de detail sur : https://modis.gsfc.nasa.gov/).

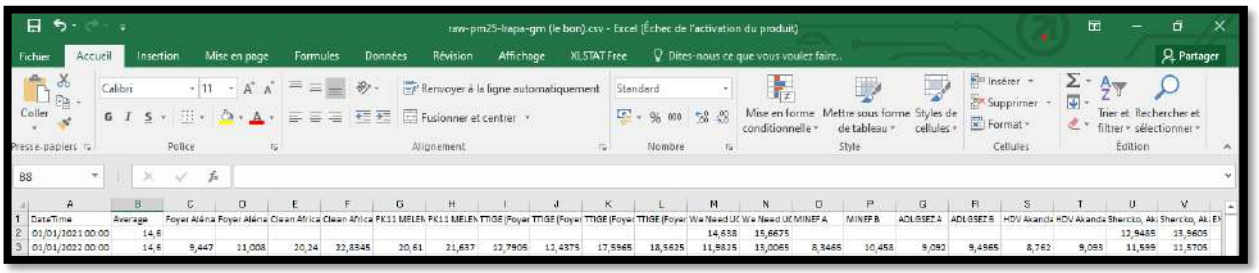
Par ailleurs, dans le cadre de cette étude, nous avons utilisé les données cartographiques de températures de l'air téléchargées depuis la plateforme officielle de EducSCO (https://eolabcnes.users.earthengine.app/view/educsco-temperature); Ces températures sont exprimées en degré Celsius (°C). Elles correspondent aux moyennes des mois d'Août, utilisée pour voir des similitudes avec l'indentification des îlots de chaleur urbains de l'image du satellite LANDSAT.

1.3.2 Les données de températures

La température de l'air est la température de l'atmosphère. Cette dernière varie en fonction du temps, du lieu mais aussi avec l'altitude. On utilise régulièrement la température de l'air à 1.5m ou 2m du sol pour décrire les conditions physiques dans lesquelles évoluent les êtres humains (STEWART, 2011).

Les données de températures servant à l'interpolation (méthodes de mesures visant spécifiquement l'ICU de la couche de canopée urbaine), ont été encodées grâce aux mesures effectuées par les différents moniteurs *PurpleAir Classic* de l'agglomération de Libreville. Ces données (obtenues en unité de température Celsius) peuvent être visualisées en temps réel et téléchargées sur le site https://map.purpleair.com/, en sorti de données en unité Celsius et de fichier format CSV (Figure 2).

Figure 2 : Collecte de données et Format de fichier de données des températures



Capturé par ZOLO-M'BOU Dergy-Strede, 2023

Les différents traitements ont été effectués sur le tableur Excel 2010, sur Arc Catolog de ArcGIS 10.5 (gestion de la table attributaire et création des fichiers formes) et QGIS 3.16 (interpolation IDW). Les traitements avaient pour but de produire des fichiers de données propres et affinés.

1.4 Méthodes utilisées

Pour l'identification des îlots de chaleur, la méthode d'analyse spatiale relative à l'ICU de la couche de canopée urbaine et la méthode de mesure relative aux températures de surface sont présentées ci-après.

1.4.1 Choix d'implantation des moniteurs et réseau de mesure

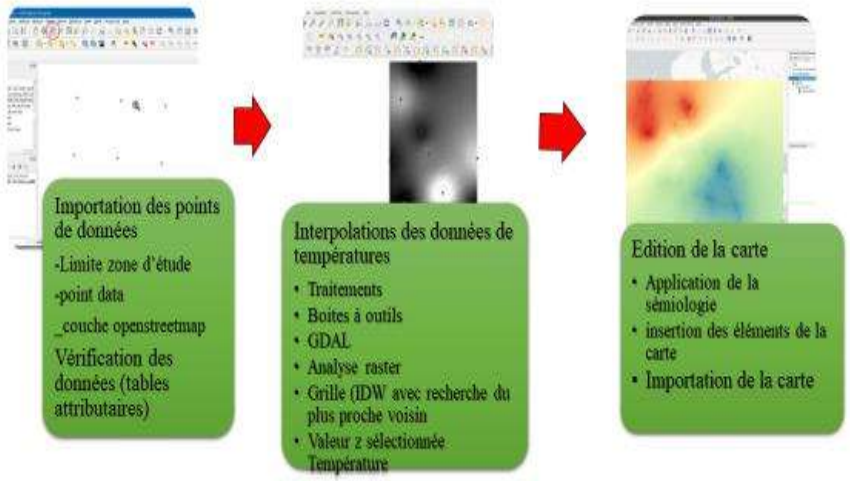
Le choix de l'installation des moniteurs repose sur les attentes du projet intitulé ***'' Qualité de l'air du grand Libreville '',*** mais influencé par les aménagements de cet espace urbain. (Par le biais de la Direction Générale de l''Environnement du Ministère des Eaux et Forêts, de

l'Université d'Oregon et de l'ONG We Need défenseuse de l'environnement). Ces attentes ne sont pas spécifiquement celui de ce travail.

1.4.1 Spatialisation de l'ICU par interpolation

A partir des mesures in situ de la température de l'air, nous avons mises en évidence, les ambiances thermiques de l'agglomération de Libreville. La méthode déterministe dite interpolation par inverse de distance (IDW) a été utilisé pour spatialiser les données des températures des différents sites de mesure (plus de détail sur : Interpolate Temperatures Using the Geostatistical Wizard, learn.arcgis.com/). La figure 3 présente le procédé de l'élaboration de cette carte relative à l'ICU de la couche de canopée urbaine.

Figure 3: processus d'élaboration de la carte relative à l'ICU de la couche de canopée urbaine



Réalisé par ZOLO-M'BOU Dergy-Strede, 2023

1.4.2 La télédétection spatiale: thermographies Landsat

La télédétection spatiale est l'unique méthode offrant la possibilité de quantifier les températures de la surface (Ts) à large échelle et d'établir un descriptif spatio-temporel et de localiser de l'ICU (WENG, 2009). Dans le cadre de cette étude, nous avons choisi d'exploiter le canal infrarouge des satellites Landsat 8 (HASSANI et DROGUE, 2020 ; LEBAUT et *al*, 2021) qui ont l'avantage de couvrir l'intégralité de l'agglomération avec une résolution spatiale de 30 m. Les températures de surface (Ts) dans ce travail ont été obtenues par application de la méthode de SANDHOLT et *al.* (2002) qui propose un indice de température / végétation / sécheresse (TDVI).

Son expression est la suivante :

$$TDVI = \frac{T_S - T_{S(min)}}{a + b\,NDVI - T_{S(min)}}$$

où:

T_S température de surface

$T_{S(min)}$: température de surface minimum

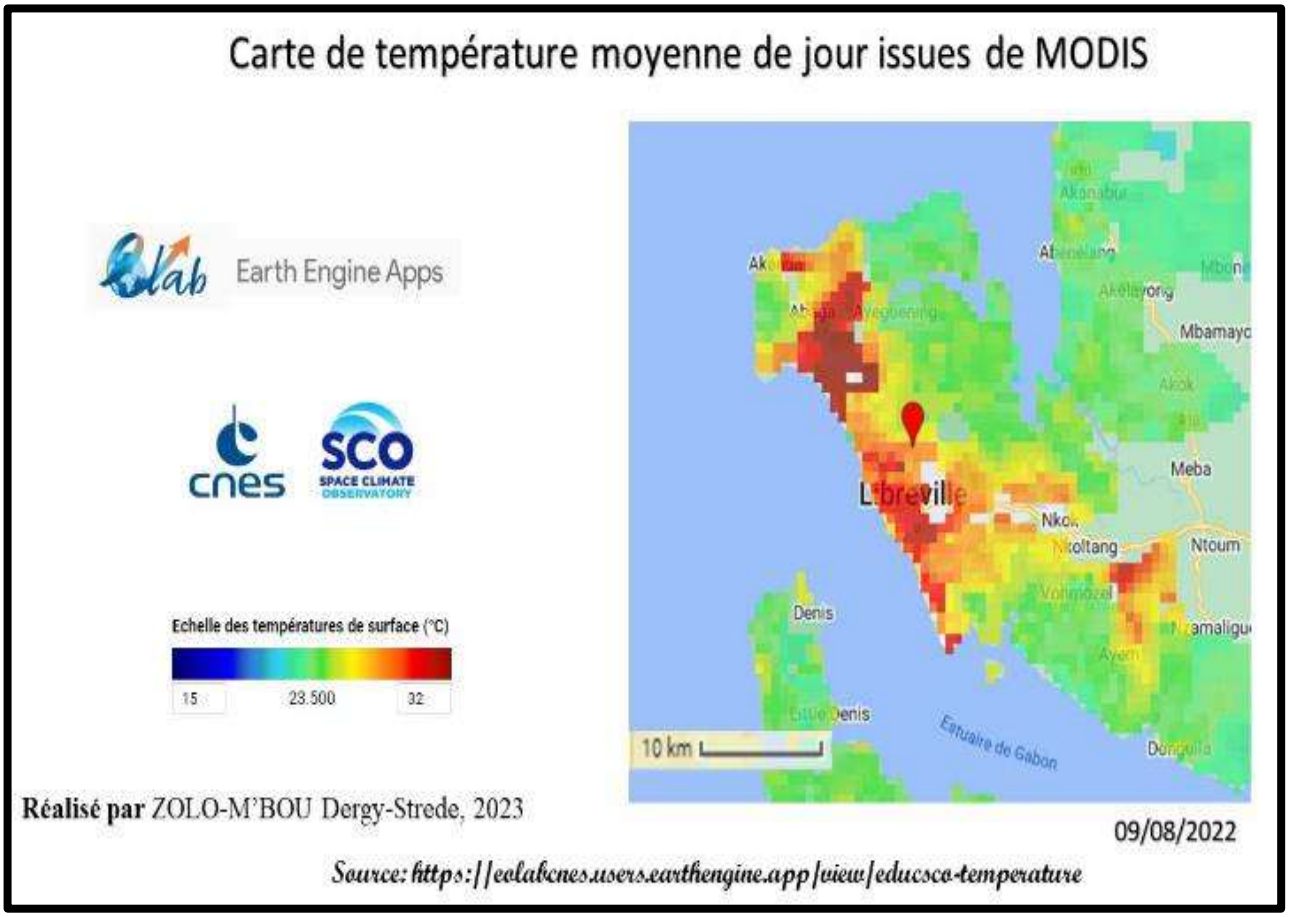
a et b : respectivement ordonnée à l'origine et pente de la droite reliant la température de surface au NDVI maximum.

1.4.3 Validation de l'approche

La Figure 4, met en relief les de températures de surface du 09 aout 2022. Elle nous a permis d'avoir une idée de la température moyenne sur la période d'étude. Ces valeurs ont ensuite été comparées à celles des températures estimées sur Landsat. Le même constat est fait que celui de la première validation. Pour la validation, nous avons utilisé des données températures obtenues sur le terrain et les images thermiques de MODIS sur https://eolabcnes.users.earthengine.app/view/educsco-temperature.

La première méthode de validation a été basée sur la comparaison avec les données in-situ. C'est-à-dire, que les relevés de températures obtenus à partir des moniteurs installés, ont permis de mettre en évidence la variabilité des températures dans l'agglomération de Libreville. L'observation faite est que les températures mesurées en station sont incluses dans l'intervalle des valeurs de températures estimées sur les images à partir de la télédétection.

Figure 4: Les températures de surface sur EducSCO : Analyse des températures depuis l'Espace https://eolabcnes.users.earthengine.app/view/educsco-temperature



La seconde méthode de validation repose sur les données satellitaires. Par absence d'images thermiques de meilleure résolution spatio-temporelle, les données de EducSCO ont été utilisées et ce malgré leur basse résolution (1 km).

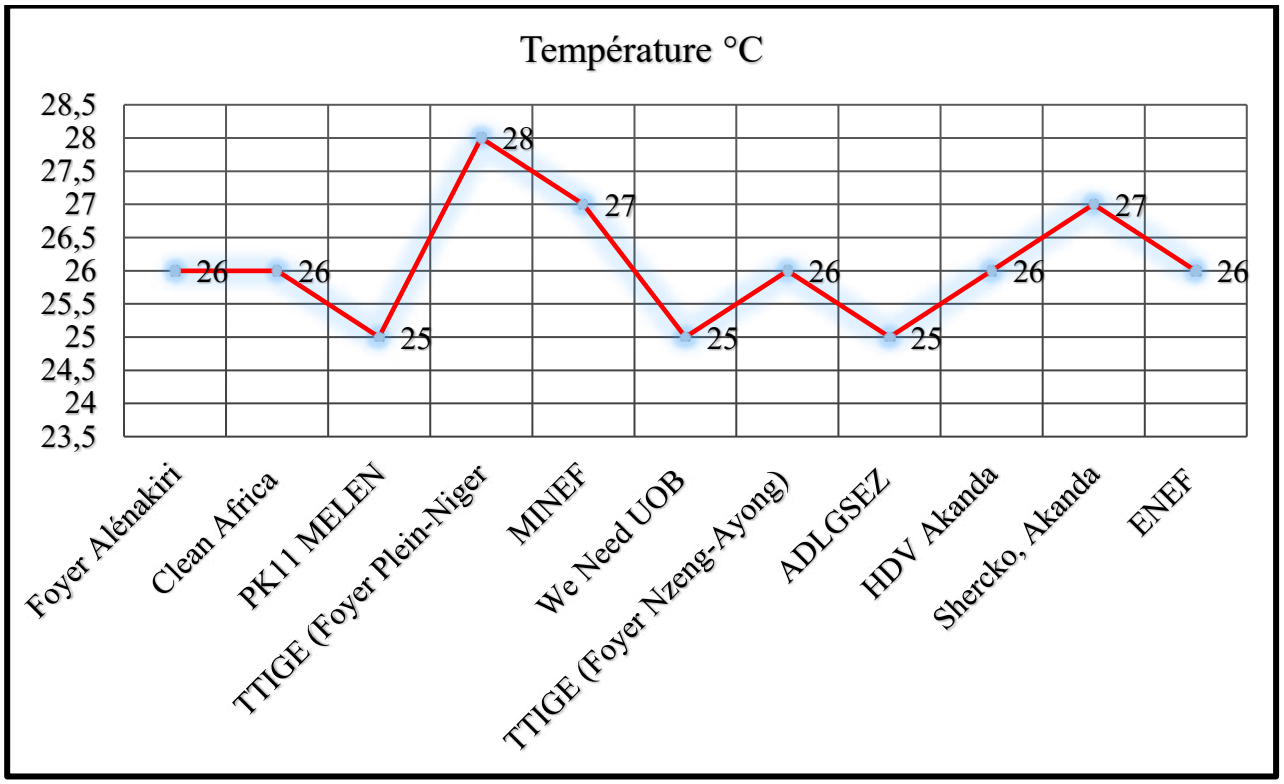
2. Résultats

Les espaces urbanisés observent une élévation des températures au sol et dans l'air. Ce phénomène est appelé îlots de chaleur urbain (DUBREUIL *et al*, 2011)**.** Le développement ci-dessous présente les quelques résultats de l'observation et de qualification des champs de température de l'agglomération de Libreville. Nous abordons dans ce chapitre le diagnostic de l'ICU de la canopée urbaine et la thermographie Landsat de l'ICU de surface au sein de l'agglomération de Libreville.

2.1 Diagnostic de l'ICU de canopée urbaine de l'agglomération de Libreville

2.1.1 Variabilité de l'ICU annuelle

Graphique 1 : variation annuelle des Températures de l'air mesurées sur des sites de février 2022 à janvier 2023

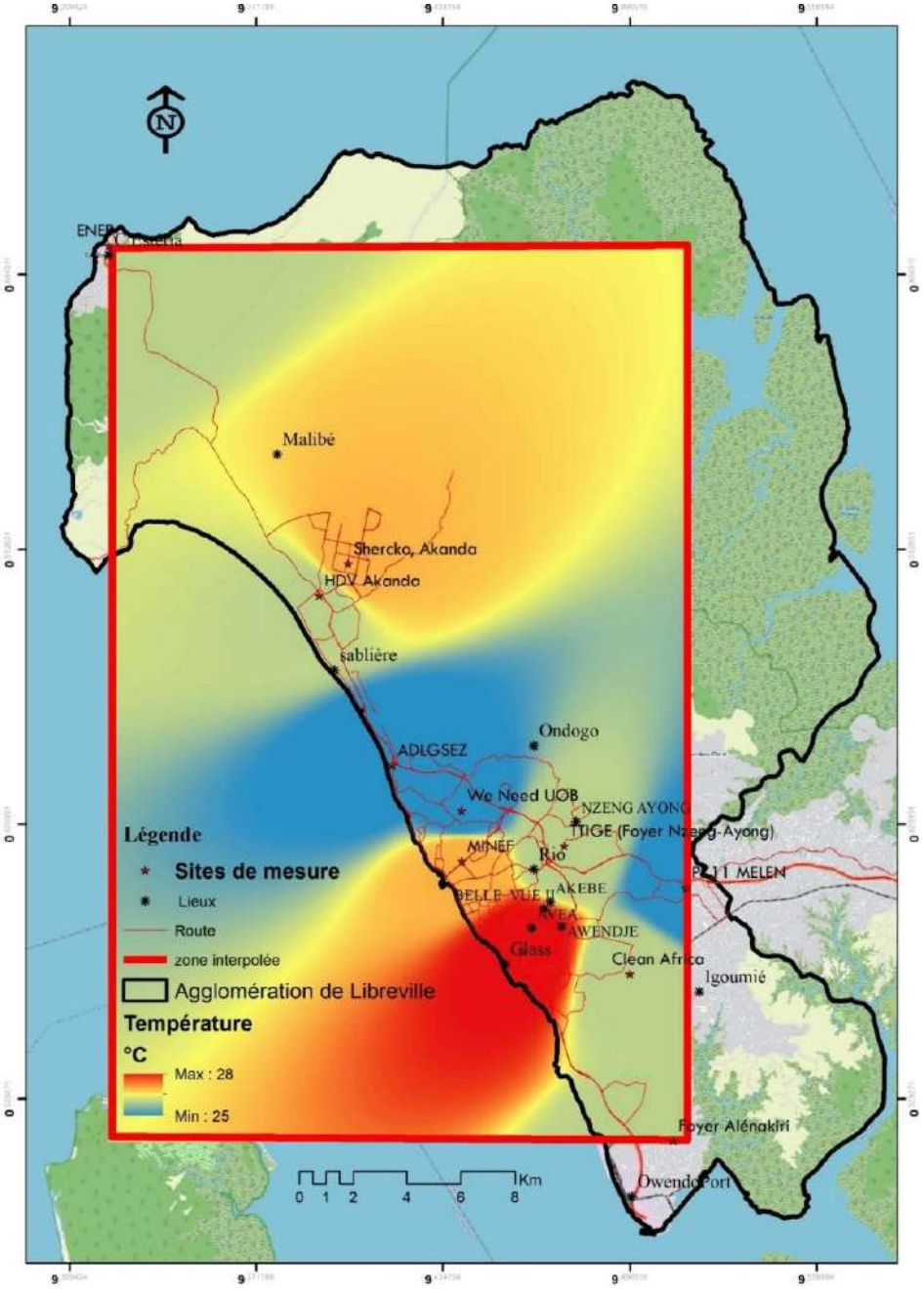


Réalisé par ZOLO-M'BOU Dergy-Strede, 2023

La graphique 1 illustre l'ensemble des résultats obtenus aux différents sites de mesure entre février 2022 et janvier 2023. Le site TTIGE (FOYER PLEIN NIGER) enregistre la température moyenne annuelle la plus importante, avec 28°C, pour un écart de l'ordre de 3°C avec la valeur moyenne minimale enregistrée, soit 25°C pour les sites PK11 MELEN, WE NEED UOB ET ADLGSEZ.

L’observation des températures mesurées présente une différence entre les sites de mesure. Il existe une différence comprise entre 1°C et 3°C. L’amplitude thermique de moyenne annuelle est de 3°C. Cette différence est imputable à la forme de l’agglomération et aux caractéristiques de chaque site. Autrement dit, les températures mesurées sont influencées par des éléments de chaque site (variations des facteurs physico-chimiques du milieu). Les températures du site TTIGE (FOYER PLEIN NIGER), MINEF et (SHERCKO, AKANDA) sont influencées par le relief et l'énergie solaire réfléchie par les matériaux constitutifs de la construction de cet espace. La distinction est claire entre les sites, démontrant qu'il existe bel et bien une relation entre la température et les activités humaines (toutes les consommations d’énergie participent à l’élévation de la température de l’environnement et à la formation de L’ICU), la présence de végétation et le bati.

Carte 1 : Variation spatiale des températures de l’air annuelle



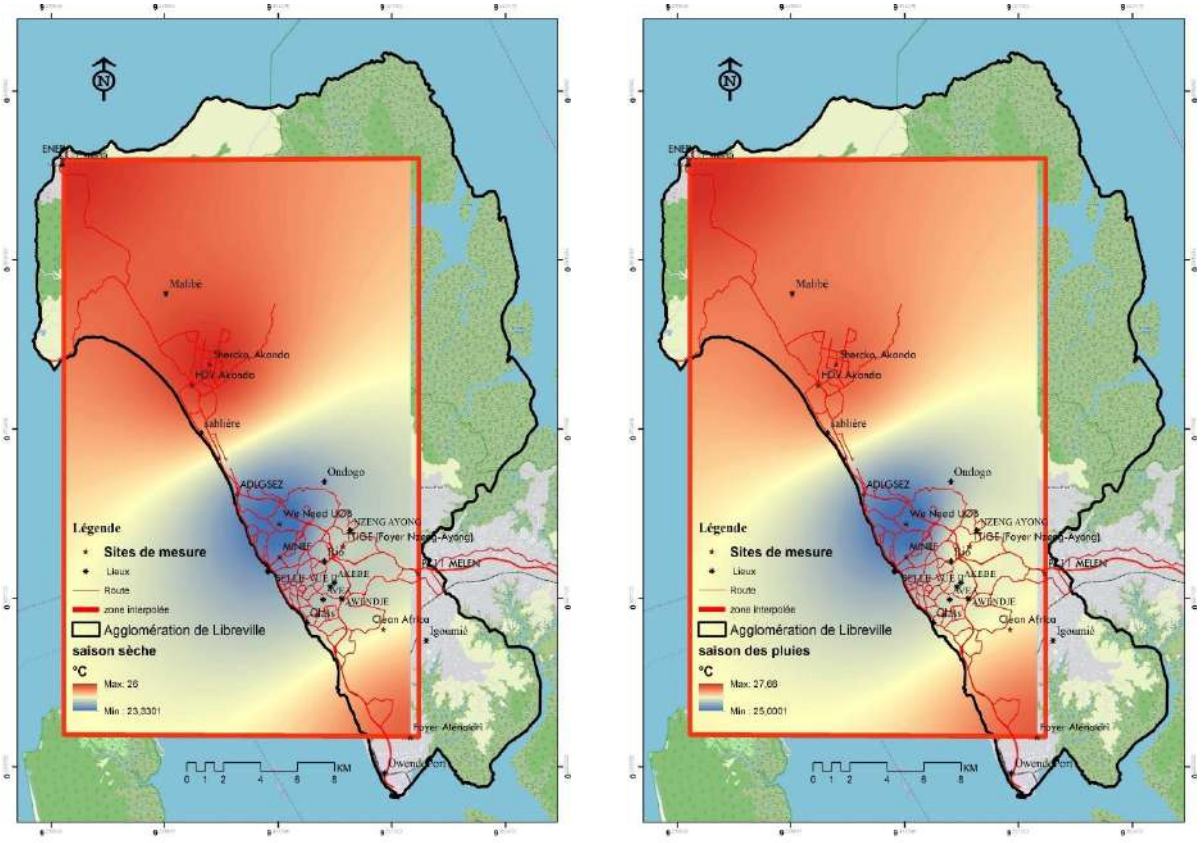
Source: Données_map.purpleair.com; **Réalisé par** ZOLO-M'BOU Dergy-Strede, 2023

La carte 1 ci-dessus montre la variation spatiale de la température moyenne annuelle de l'air de l'agglomération de Libreville. Un contraste thermique y est donc présenté. Nous observons un îlot de chaleur intense dans les zones les plus chaudes couvrant les quartiers AVEA, AWENDJE et GLASS. Tandis que les zones les moins chaudes couvrent les espaces suburbains (PK11 MELEN, ONDOGO), les quartiers proches des sites WE NEED UOB et au niveau des espaces les plus végétalisés proches du site ADLGSEZ. De manière générale, cette carte met en évidence une organisation spatiale de l'ICU par un contraste thermique opposant

le centre-ville sensiblement plus chaud et la périphérie moins chaude. Cette répartition des valeurs spatiales de la moyenne de l'ICU de la canopée urbaine annuelle s'explique par la densité et la typologie végétale et de l'évapotranspiration présent dans la zone d'étude.

2.1.3 Variabilité de l'ICU en fonction des saisons

Figure 5: Variation spatiale des températures de l'air saisonnière



Source: Données_map.purpleair.com; **Réalisé par** ZOLO-M'BOU Dergy-Strede, 2023

Spatialement, nos résultats mettent en évidence l'organisation de l'ICU de la canopée urbaine: l'écart thermique entre différentes zones de l'agglomération de Libreville est visible. La Figure 5, met en évidence le contraste thermique de notre zone d'étude à travers deux cartes : (A) variation spatiale des Températures de l'air en saison sèche et (B) variation spatiale des Températures de l'air en saison des pluies. Nous parlons respectivement de la plus forte et la plus faible température moyenne de l'air saisonnière de tous les sites durant toute la période de mesure. En saison des pluies, le dégagement de chaleur est plus intense qu'en saison sèche. L'ICU de la canopée urbaine n'est pas cantonné aux zones à forte densité urbaine mais s'étend aussi aux zones d'activités périphériques. Ce sont les caractéristiques physiques du milieu, des

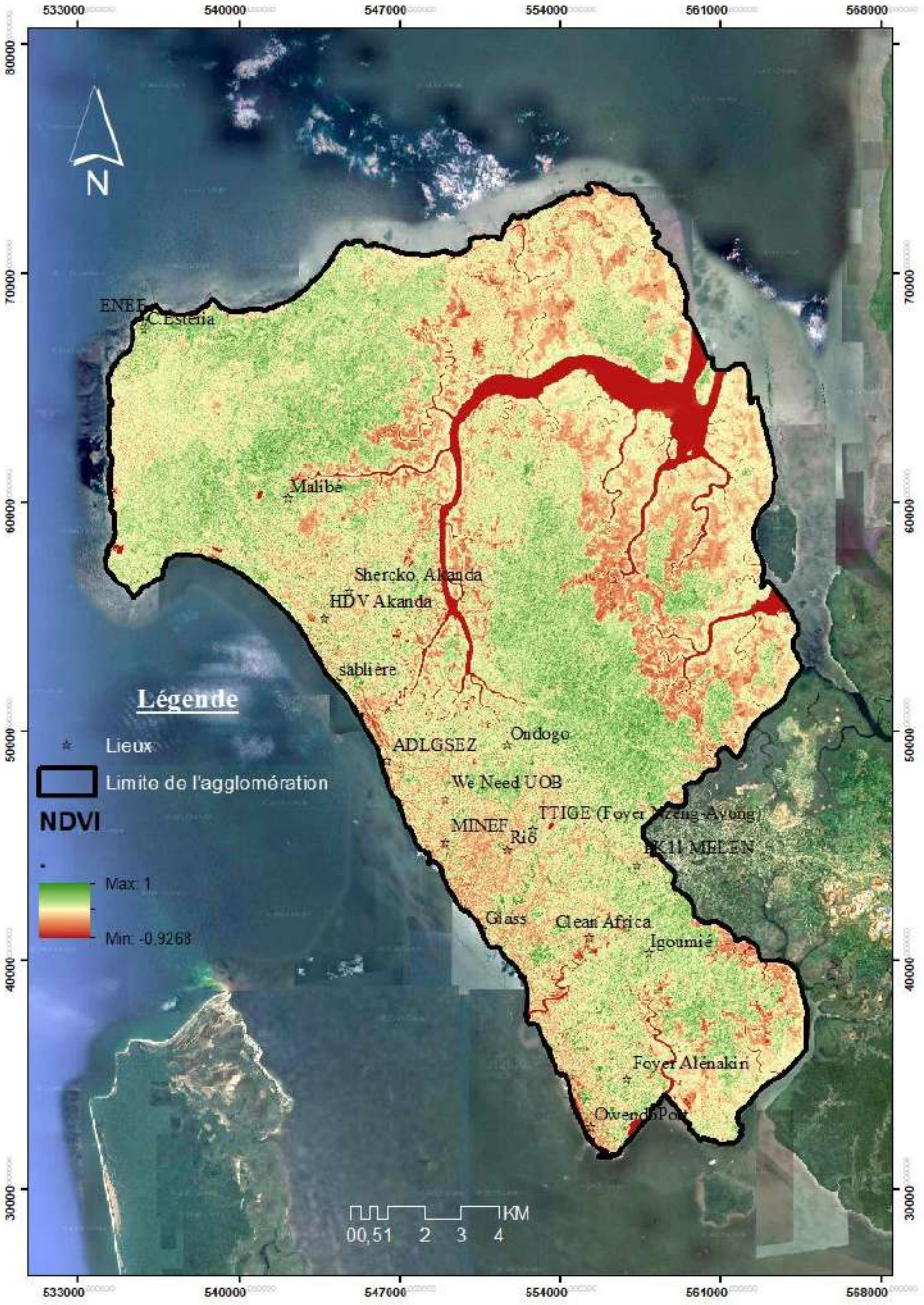
variables atmosphériques et météorologiques qui expliquent cette Variabilité spatiale. Nous citons particulièrement, le vent, l'humidité, l'altitude, le relief et l'albédo des matériaux.

2.2 La Télédétection Spatiale : Thermographies Landsat

2.2.1 Répartition de l'indice de végétation normalisé NDVI

Afin d'estimer la présence de végétation dans notre zone d'étude, nous avons calculé le NDVI. Ce NDVI renseigne sur l'activité chlorophyllienne. Le calcul du NDVI se base sur les interactions entre la végétation et l'énergie électromagnétique solaire dans les longueurs d'onde rouge (0.63 - 0.69 µm) et proche infra-rouge (0.76-0.90 µm) (COLIN, 2006), Il est obtenu par comparaison entre la mesure de la réflexion infrarouge et celle de la réflexion dans le rouge. Les canaux 3 et 4 représentant respectivement le rouge (R) et le proche infra-rouge (PIR) permettent de calculer le NDVI par le biais de la formule suivante : NDVI = (PIR-R) / (PIR+R).

Carte 2 **:** *Répartition spatiale de l'indice de végétation de l'agglomération de Libreville*



Source: Landsat.gsfc.nasa.gov/satellites/landsat-8/; **Réalisé par** ZOLO-M'BOU Dergy-Strede, 2023

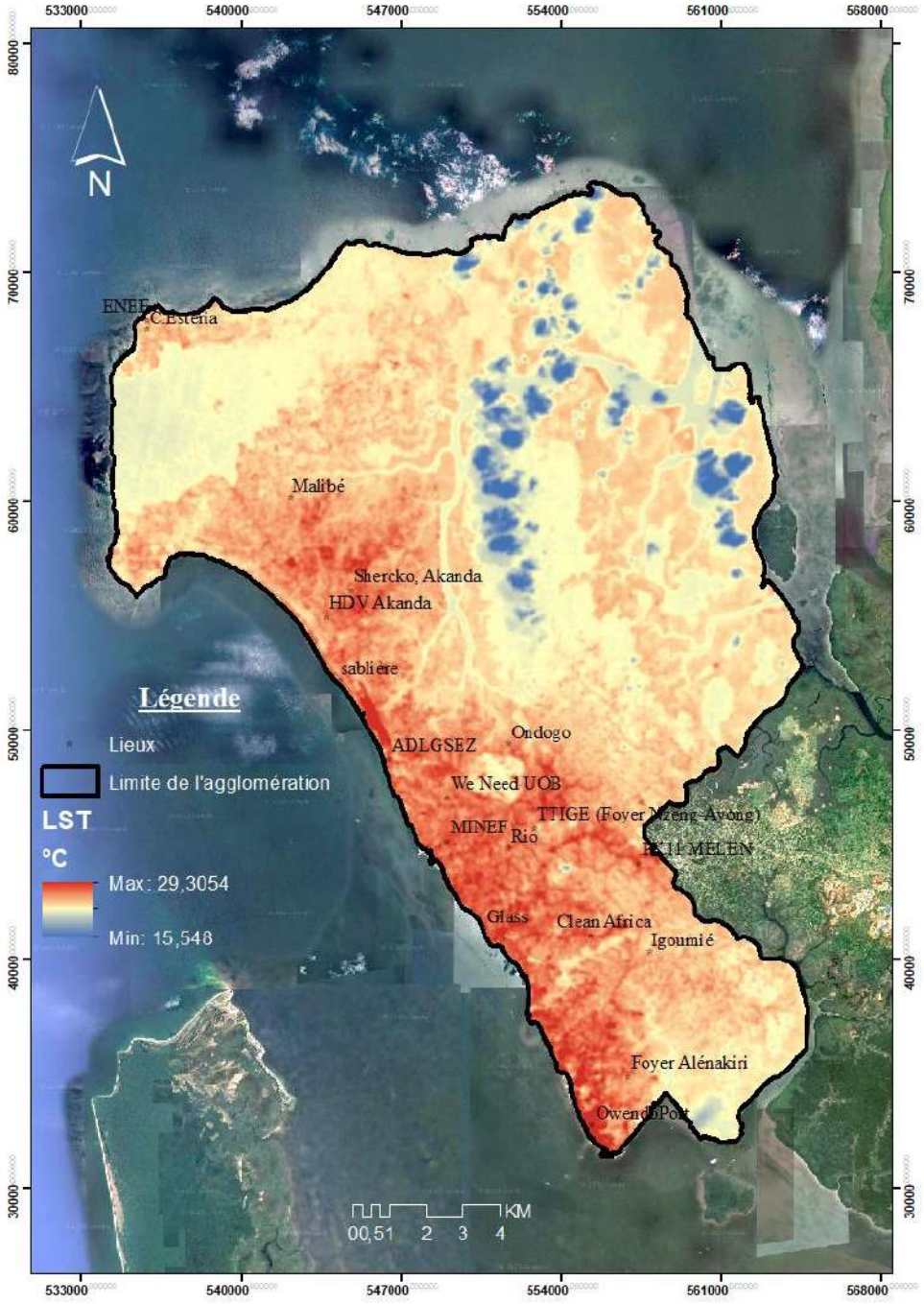
La Carte 2 montre que les zones de végétation importantes en termes de couverture (fort NDVI) sur la carte correspondent aux endroits relativement frais de l'agglomération de Libreville au niveau des températures de surface : l'arboretum RAPONDA Walker et le parc d'Akanda aux extrémités Nord et Est de la ville, la zone d'Igoumié au Sud. Au niveau spatial, ces zones constituent des zones de fraîcheur. La répartition spatiale de l'indice de la végétation (NDVI) indique que l'ensemble de cet espace est recouvert en grande partie par des bâtiments

et par des sols nus ou autres surfaces que les couverts végétaux, dont les valeurs vont de -0,9268 à 1.

2.2.2 Répartition spatiale des températures de surface de l'agglomération de Libreville.

La répartition spatiale des températures de surface de l'agglomération de Libreville (Carte 3, page suivante) indique des températures allant de 15,54°C (valeur minimale) à 29,30°C (valeur maximale). Avec une température de surface moyenne de 22,42°C, la région Akanda-Libreville-Owendo enregistre des températures élevées. Les températures minimale et moyenne sont enregistrées pratiquement dans les zones situées au Nord, Nord-Est et Sud-Est de l'agglomération (arboretum RAPONDA Walker, cours d'eau, Igoumié…). Tandis que les maximums sont observés et situés au Sud, Centre-Ouest et Sud-Ouest sur la façade maritime de l'agglomération (Glass, Rio, MINEF, ADLGSEZ, HDV Akanda...).

Carte 3 : Répartition spatiale des températures de surface de l'agglomération de Libreville

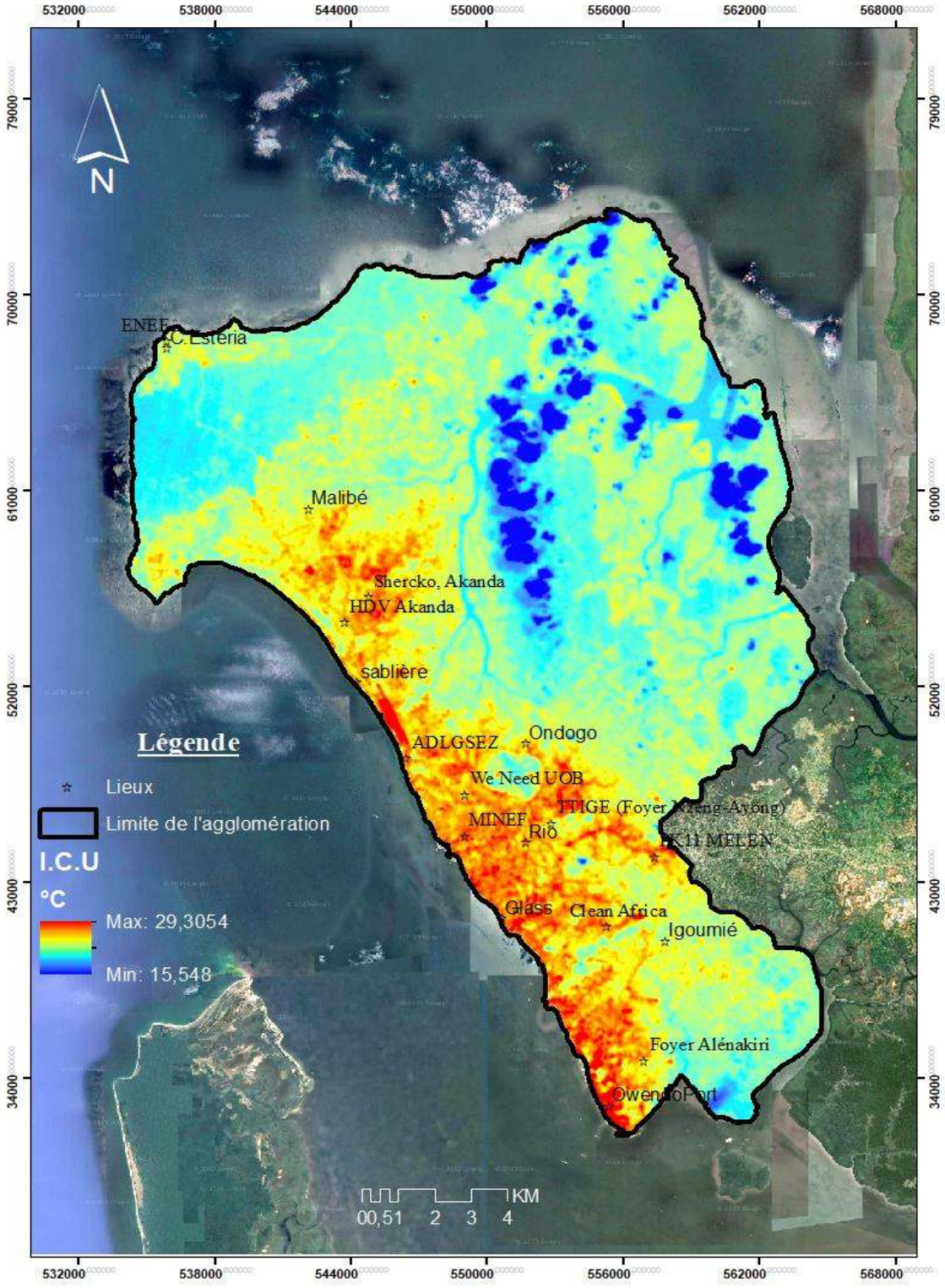


Source: Landsat.gsfc.nasa.gov/satellites/landsat-8/; **Réalisé par** ZOLO-M'BOU Dergy-Strede, 2023

Cette carte montre une certaine prédominance des températures basses et moyennes dans l'ensemble de l'espace géographique alors que le maxima se concentre sur une superficie localisée au centre-Ouest jusqu'au Sud de la carte. Les températures les plus basses dominent sur les parties Nord et Est du territoire d'étude.

2.2.3 Répartition spatiale des îlots de chaleur urbains de l'agglomération de Libreville.

Carte 4 : Répartition spatiale des îlots de chaleur urbains de l'agglomération de Libreville



Source : Landsat.gsfc.nasa.gov/satellites/landsat-8/; **Réalisé par** ZOLO-M'BOU Dergy-Strede, 2023

La Carte 4 illustre la variation spatiale de l'intensité des Ts au sein de l'agglomération de Libreville avec le produit identifié "LC08_L1TP_186060_20220530_20220603_02_T1 ‘’. Il en ressort un contraste thermique assez net entre les surfaces bâties et les sols nus d'une part,

et les surfaces boisées et humides d'autre part. Les résultats nous montrent que la distribution des Ts est corrélée avec l'occupation du sol au sein de l'agglomération de Libreville. Les tâches rouges présentes en partant de la zone de Malibé au port d'Owendo en zone urbaine correspondent à des zones d'activités où d'importants dégagements de chaleur sont constatés en raison de la présence de grandes surfaces artificielles à faible réflectivité solaire, faible inertie thermique et forte diffusivité thermique. A contrario, les zones boisées sont systématiquement plus fraîches que leur environnement. Les espaces abritant des masses d'eau importantes comme la partie Nord-Est de l'agglomération (arboretum RAPONDA Walker, et le parc d'Akanda), et la commune d'Owendo à l'Est se signalent également par des Ts relativement basses.

Cette répartition indique un certain développement d'îlots dans lesquels se localise une concentration de températures les plus élevées. Il y a un écart d'environ 13°C. Ces foyers de températures maximales sont localisés par endroits au centre-Ouest, au Nord-Ouest (vers Shercko) et au Sud. Les zones de températures moyennes s'observent sur la quasi-totalité de la zone d'étude. Par ailleurs, d'importants foyers de concentration des températures les plus élevées occupent les zones de Glass, l'aéroport et le port d'Owendo pour ne citer que cela.

3. Discussion

Plusieurs études ont montré qu'une ville de manière générale, modifie les conditions météorologiques, ce qui entraine l'accroissement de la température au sein de celle-ci (OKE, 1982 ; SOBRINO et *al*, 2004 ; DUBREUIL *et al*, 2011 ; FABRIZI *et al*, 2010 ; AZEVEDO *et al*, 2016). En conséquence, cela amène d'importantes répercussions négatives sur les dimensions sociales, environnementales et économiques de la ville (AKBARI *et al.*, 2011). Nous pouvons particulièrement citer l'îlot de chaleur urbain. Il s'avère essentiel d'identifier les zones d'îlots de chaleur et d'analyser leur distribution au sein de l'agglomération de Libreville.

La méthode d'analyse spatiale relative à l'ICU de la couche de canopée urbaine (LEBAUT et *al*, 2021) et la méthode de mesure relative aux températures de surface (WENG, 2009) ont été utilisées. Ces méthodes retenues, nous ont permis d'identifier les zones dites îlots de chaleur urbains de l'agglomération de Libreville (Carte 2-5 et Figure 5-6).

Les travaux menés sur les températures de l'agglomération de Libreville enregistrées pendant la période 2022-2023 font ressortir des contrastes thermiques importants entre le tissu

urbain du centre-ville, les espaces périurbains moins denses et les espaces végétalisés. Ce sont les caractéristiques physiques des surfaces (pouvoir réfléchissant, diffusivité thermique et capacité à stocker la chaleur), tout autant que le degré de densité du bâti qui expliquent la configuration spatiale des champs thermiques. De manière générale, leur structure dépend aussi bien de la situation au sein de l'aire urbaine et de l'éloignement vis-à-vis du centre-ville, que du type d'aménagement de chaque quartier, s'exprimant par une morphologie urbaine spécifique et la présence ou non de surfaces végétales.

Au-delà des données mesurées, les travaux mettent en évidence l'avantage de s'appuyer sur une pluralité de méthodes de mesure et d'outils de diagnostic dans le but d'obtenir une compréhension à la fois globale et précise du climat urbain et des facteurs influençant l'organisation spatiale des températures de cette agglomération : la télédétection. Ces approches de par leur caractère multi-scalaire et multi-temporel, présentent une grande complémentarité entre elles.

Les résultats coïncident avec ceux publiés par le Groupe d'Experts Intergouvernementaux sur l'Evolution du climat (GIEC, 2021) et de l'OMM (2021) qui met en relief un réchauffement des températures de surface des grandes villes du monde, en comparaison avec celles de la normale climatique actuelle (1981-2010). De plus, les résultats concordent aussi avec ceux trouvés par MODINGA DIKONDO. En 2018, dans son étude sur "*estimation des températures de surface par télédétection à Libreville entre 1987 et 2017: essai d'analyse de corrélation avec les éléments du milieu"*, l'auteur met en évidence l'influence du bâti et de la végétation sur la température de surface. Elle évoque également, que la diminution de la végétation s'accompagne par la hausse des températures à Libreville. Ces changements sont aussi liés à l'urbanisation rapide de Libreville et ses environs.

Ce phénomène d'îlots de chaleur urbains crée de véritables bulles de chaleur dues à l'activité humaine et à son urbanisation dense (AGURAM, 2017). Ils impactent négativement le confort thermique des espaces à la fois publics et privés et constituent un risque pour la santé publique (USEPA, 2008).

L'urbanisation rapide rend la population mondiale plus vulnérable aux effets du changement climatique. Conciliée à l'ICU, elle présente des risques pour la santé et l'environnement (AKBARI *et al*., 2001). Pour (AZEVEDO et al, 2016), la circulation automobile, l'albédo et la grande inertie des matériaux sont autant de facteurs qui font

augmenter les températures d'un milieu. Ainsi, Pour lutter contre ces différentes menaces au Développement Durable, de nombreuses villes ont pris des mesures pour développer leur résilience et répondre aux risques grandissants liés au climat. Ainsi, nous voulons à travers ce travail inscrire l'agglomération de Libreville dans cette lutte contre les menaces au Développement Durable. Il s'avère important d'explorer les causes et les impacts des ICU de l'agglomération de Libreville, de même que leurs effets sur la santé de sa population. Cela dans des travaux à venir.

Conclusion

Cette étude a permis d'appréhender la problématique des Îlots de chaleur urbains du point de vue de l'identification et de l'analyse sa distribution au sein de l'agglomération de Libreville. Les résultats de la spatialisation de l'ICU par interpolation et la thermographie Landsat, montrent une forte variabilité spatiale des températures de surface dans cette agglomération, traduisant un réchauffement différencié entre les zones fortement urbanisées et ceux faiblement urbanisés.

De février 2022 à janvier 2023, dans une agglomération d'environ 800.000 habitants, nous avons mesuré et spatialisé l'ICU. Les données recueillies présentent une grande variabilité en fonction de la période et des sites de mesure. Spatialement, les résultats mettent en évidence un écart thermique entre différentes zones de l'agglomération de Libreville. Une variation spatiale différente selon la saison y est présentée. En saison des pluies, le dégagement de chaleur est plus intense qu'en saison sèche. L'ICU de la canopée urbaine n'est pas cantonné aux zones à forte densité urbaine mais s'étend aussi aux zones d'activités périphériques. La thermographie Landsat présente les lieux densément bâti, les zones commerciales et industrielles de l'agglomération de Libreville comme étant des zones dites îlots de chaleur urbains.

References bibliographiques

AGENCY E. E. (2012), *Urban adaptation to climate change in Europe : Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies*, en. Publication 2/2012. url : https://www.eea.europa.eu/publications/urban-adaptation-to-climate-change.

AGURAM (2017), *Densités et Formes Urbaines Résidentielles sur le territoire du SCOTAM*, 2017, consulté en novembre 2023 sur : https://www.aguram.org/aguram/densites-formesurbaines-residentielles-sur-le-territoire-du-scotam.

AKBARI H., POMERANTZ M. et TAHA H. (2001), *Cool surfaces and shadetrees to reduceenergy use and improve air quality in urban areas,* Solarenergy, Vol. 70, pp. 95-310.

ANAÏS M., TANIA A. M., J. ALESSANDRINI, FABRICE DE OLIVEIRA, MADELEINE DE-VYS, et al. (2024). *Confort thermique estival, vulnérabilité du parc bâti à la surchauffe et comportements d'adaptation aux fortes chaleurs : état de l'art*. CSTB - Centre scientifique et technique du bâtiment. ffhal-04695333ff. ffhal-04695333ff

AZEVEDO J. A., L. CHAPMAN ET C. L. et MULLER (2016), *Quantifying the Daytime and Night-Time Urban Heat Island in Birmingham, UK : A Comparison of Satellite Derived Land Surface Temperature and High Resolution Air Temperature Observations*, en. In : Remote Sensing 8.2. Number : 2 Publisher : Multidisciplinary Digital Publishing Institute, p. 153. doi: 10.3390/rs8020153. url:https://www.mdpi.com/2072- 4292/8/2/153 (visité le 04/04/2022).

BANQUE MONDIALE, (2022), *Au Gabon, ces héros ordinaires qui luttent chaque jour contre le changement climatique article du 31aout 2022. https://www.banquemondiale.org/fr/news/feature/2022/08/31/everyday-champions-in-gabon-are-helping-turn-the-tide-in-the-fight-against-climate-change#:~:text=La%20cr%C3%A9ation%20de%2013%20parcs%20nationaux%20%E2%80%93%20couvrant%20pr%C3%A8s%20de%2011,lutte%20contre%20le%20changement%20climatique*.

COLIN J. (2006), *Apport de la télédétection optique à la définition d'indicateurs de performance pour l'utilisation de l'eau en agriculture,* Thèse de doctorat, Université Strasbourg 1, Strasbourg

DGS-RGPL (Direction Générale de la Statistique du Gabon -Recensement Général de la Population et des Logements), (2015), European Scientific Journal September 2019 edition Vol.15, No.27 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431 380 *Résultats globaux du Recensement Général de la Population et des Logements de 2013* (RGPL, 2013) du Gabon, Libreville, 199p et 247p.

DUBREUIL V. *et al*. (2011), *Climatologie urbaine et îlot de chaleur urbain à Rennes*. fr. In : Publisher: Presses Universitaires de Rennes, p.105. url:https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00653080 (visité le 16/08/2022)

FABRIZI, R., S. BONAFONI et R. BIONDI (2010*), Satellite and Ground-Based Sensors for the Urban Heat Island Analysis in the City of Rome*, en.In: Remote Sensing 2.5. Number : 5 Publisher : Molecular Diversity Preservation International,p.1400-1415. doi:10.3390/rs2051400.url: https://www.mdpi.com/2072-4292/2/5/1400 (visité le 16/07/2022)

GIEC- Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat. (2014). *Changement Climatique: Rapport de synthèse – Résumé à l'intention des décideurs*. Accessible à www.ipcc.ch/pub/un/syrfrench/spm.pdf.

GIEC- Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (2018). *Résumé à l'intention des décideurs, Réchauffement planétaire de 1,5 °C, Rapport spécial du GIEC sur les conséquences d'un réchauffement planétaire de 1,5 °C par rapport aux niveaux préindustriels et les trajectoires associées d'émissions mondiales de gaz à effet de serre, dans le contexte du renforcement de la parade mondiale au changement climatique, du développement durable et de la lutte contre la pauvreté* [Publié sous la direction de V. MASSON-DELMOTTE, P. ZHAI, H. O. PÖRTNER, D. ROBERTS, J. SKEA, P.R. SHUKLA, A. PIRANI, W. MOUFOUMA-OKIA, C. PEAN, R. PIDCOCK, S. CONNORS, J. B. R. MATTHEWS, Y. CHEN, X. ZHOU, M. I. GOMIS, E. LONNOY, T. MAYCOCK, M. TIGNOR ET T. WATERFIELD]. Organisation météorologique mondiale, Genève, Suisse, 32 p.

GIEC- Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat., (2021), *Changement Climatique 2021 :* Rapport de synthèse – Résumé à l'intention des décideurs. Accessible le 12 Août 2024 à www.ipcc.ch/pub/un/syrfrench/spm.pdf.

HASSANI N. et DROGUE G. (2020), *Mesure et spatialisation de l'îlot de chaleur urbain dans l'aire urbaine de Metz Métropole : premiers résultats de la campagne de mesure 2019*. Climatologie, p17, p8.

KERGOMARD C., BIGOT S., CHARABI Y. et LERICHE P. (2002), *Climat urbain et qualité de l'air : approches géographiques et collaborations pluridisciplinaires (Urban climate and air pollution : geographical approaches and pluridisciplinary collaborations).* In: Bulletin de l'Association de géographes français, 79e année, (décembre). Villes chinoises. Géoclimatologie. pp. 462-473; doi : https://doi.org/10.3406/bagf.2002.2299 https://www.persee.fr/doc/bagf_0004-5322_2002_num_79_4_2299

LEBAUT S., HASSANI N. et DROGUE G. (2021), *Mesure et détection des îlots de chaleur et de fraîcheur en milieu tempéré semi-continental : l'exemple du territoire de Metz Métropole*. 34e colloque annuel de l'Association Internationale de Climatologie, Casablanca, Maroc. ffhal-03465195f

MADEBE D. (2014), *Urbanisation et perspectives d'aménagement du territoire national*. In Loungou. p.10

MALOBA MAKANGA J. D. (2009), *Eléments climatiques. Géographie physique du Haut-Ogooué*, Revue gabonaise de géographie. pp. 14-27 pages.

MODINGA DIKONGO A. (2018), *estimation des températures de surface par télédétection à Libreville entre 1987 ET 2027*, Maitrise de master de géographie physique, UOB, Libreville, 15p

MOUNGANGA M-D. (2014), *Evaluation environnementale stratégique pour une meilleure gestion des risques littoraux au Gabon.* CENAREST, 12 pages. Actes de Colloque International du sifee 2013, www.sifee.org.

NDONG MBA J. C. (2007), *Entre exigences ET convenance***.** Villes en parallèle/n°40- 41, pp.11-17.

OBIANG ZOGO R. V. 2020. *Qualité de l'air et conditions météorologiques à Libreville,* Mémoire de Master en Dynamiques Spatiales, Activités et Sociétés, Université Omar Bongo, Libreville, 9p. et 147 p.

OKANGA-GUAY M. (2002), *Organisation d'un système de villes macrocéphalique et perspectives de restructuration : le cas du Gabon,* Thèse de Philosophiae Doctor (Ph.D) en géographie, Québec, Université Laval, 398 p.

OKE T. R. (1982), *The energetic basis of the urban heat island***,** en. In : Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society 108.455.url:https://onlinelibrary. wiley.com/doi/abs/10.100 (visité le 10/11/2022).

OKE T. R. (1987), ''*Boundary layer climates*". en. In: American Journal of Climate Change Vol.3 No.1. doi : 10.1002/qj.49711448412. (Visité le 21/11/2022).

OKE T. R. (1997). *Urban climates and global environmental change*. Dans R.D. Thompson et A. Perry (éd.), Applied Climatology (pp. 273 à 287). Londres (Royaume-Uni) : Routledge.

OKE T. R., MILLS, G., CHRISTEN, A. ET VOOGT, J. (2017). *Urban Climates*. Cambridge, Royaume-Uni : Cambridge University Press. doi:10.1017/9781139016476

OMM-ORGANISATION METEOROLOGIE MONDIALE N°1229, (2019) : *Déclaration de l'OMM sur l'état du climat mondial en 2018*, p.32.

PAPSUT (2001), *Déclaration de politique urbaine,* Stratégie de développement urbain du Gabon. Ministère de la Planification et de l'Aménagement du territoire, vol.1, 36p.

PERSPECTIVE MONDE (2021), *« Croissance annuelle de la population (en % de la population totale), Gabon »,* École de politique appliquée de l'Université de Sherbrooke, Disponible en ligne : https://perspective.usherbrooke.ca/bilan/servlet /BMPays/GAB , (Visité le 21/09/2022).

POKAM MBA, W., T LONGANDJO, GEORGES-NOEL ; MOUFOUMA-OKIA, W., , BELL, J.P, , JAMES R., et *al*., (2018), *Consequences of 1.5 °C and 2 °C global warming levels for temperature and precipitation changes over Central Africa* ; Environ. Res. Lett. 13 055011 13P. Environ.

SANDHOLT, I., RASMUSSEN, K. AND ANDERSEN, J. (2002), *A simple interpretation of the surface temperature / vegetation index space for assessment of soil moisture status.* Remote Sensing of Environment, n°79, p.213-224.

SOBRINO J. A., JIMENEZ-MUÑOZ J. C. et PAOLINI L. (2004), *Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5.* Remote Sensing of Environment, 90(4), 434-440.

STEWART I. D. (2011), *Redefining the UrbanHeat Island*. The University of British Columbia, 352 pp.

USEPA-United States Environmental Protection Agency (2008*), Reducing urban heat islands: compendium of strategies, urban heat island basics.* USEPA, Washington, DC, 19 p.

WENG Q. (2009), *Thermal infraredremotesensing for urbanclimate and environmental studies: Methods, applications, and trends*. ISPRS Journal of Photogrammetry and RemoteSensing, 64:335–344.