

## Pression exercée par les entreprises pâtisseries artisanales et nganda ntaba sur la végétation arborée urbaine et périurbaine à Kinshasa en République Démocratique du Congo

### [ Pressure exerted by artisanal pastry companies and nganda ntaba on urban and peri-urban wooded vegetation in Kinshasa in Democratic Republic of the Congo ]

Joël Tungi Tungi Luzolo<sup>1</sup>, Elie Nsimba Ngembo<sup>1</sup>, Christ Lendo Masivi<sup>2</sup>, Eric Lutete Landu<sup>1</sup>, Michel Ngoy Kibwila<sup>3</sup>, and Raymond Lumbuenamo Sinsi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Université de Kinshasa. Faculté des Sciences Agronomiques, BP 117 Kinshasa XI, RD Congo

<sup>2</sup>Observatoire satellital des forêts d'Afrique centrale, BP 2499 Kinshasa I, RD Congo

<sup>3</sup>Commission des Forêts d'Afrique Centrale (COMIFAC), BP 20818, Yaoundé, Cameroon

---

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** In urban areas, trees remain the essential element in maintaining the environmental balance. Specifically, this study aimed to: (i) quantify the loss of urban tree cover and deepen knowledge of the drivers of this urban deforestation; (ii) understand the influence of the loss on the local climate; and (iii) clarify the management methods of this urban ecosystem guaranteeing environmental resilience. The results of analyzes showed that in Kinshasa, trees are cut even in the inhabited plots in order to supply the pastry companies and nganda ntaba with firewood. Between 2000 and 2020, nearly 25% of the initial tree area was deforested; the average annual loss of tree cover in the urban and peri-urban area is estimated at approximately  $1128.8 \pm 910.9$  ha. The average daily quantity consumed by an artisanal bakery and a nganda ntaba amounts respectively to  $3.36 \pm 1.25$  m<sup>3</sup> and  $2 \pm 0.67$  bundles of firewood. The results of the analyzes demonstrated the influence of urban tree cover loss in Kinshasa on the increase in local temperature. The restructuring of Kinshasa city, the promotion of renewable energy and urban forestry, would make Kinshasa a resilient city.

**KEYWORDS:** Tree cover, loss, bakery, nganda ntaba, Kinshasa.

**RESUME:** En milieu urbain, l'arbre reste l'élément incontournable dans le maintien de l'équilibre environnemental. Spécifiquement cette étude visait à: (i) quantifier la perte du couvert arboré urbain et périurbain et approfondir la connaissance des moteurs de la perte du couvert végétal dans le milieu urbain; (ii) comprendre l'influence de la perte sur le climat local; et (iii) clarifier les modes de gestion de cet écosystème urbain pouvant garantir une résilience environnementale. Les résultats des analyses ont montré qu'à Kinshasa les arbres sont coupés même dans les parcelles habitées afin d'alimenter les entreprises pâtisseries et nganda ntaba en bois de chauffe. Entre les années 2000 et 2020 près de 25% de la superficie arborée initiale ont été déboisés; la perte annuelle moyenne du couvert arboré dans la zone urbaine et périurbaine est évaluée à environ  $1128,8 \pm 910,9$  ha. La quantité journalière moyenne consommée par une boulangerie artisanale et un nganda ntaba s'élève respectivement à  $3,36 \pm 1,25$  m<sup>3</sup> et  $2 \pm 0,67$  fagots de bois de chauffe. Les résultats des analyses ont démontré l'influence de la perte du couvert arboré urbain de Kinshasa sur l'augmentation la température locale. Le réaménagement de la ville de Kinshasa, la promotion de l'énergie renouvelable et de la foresterie urbaine, feraient de Kinshasa une ville résiliente.

**MOTS-CLEFS:** Couvert arboré, perte, boulangerie, nganda ntaba, Kinshasa.

## **1 INTRODUCTION**

Les villes remodelent et modifient les paysages naturels au fil de leur expansion, créant des microclimats dans lesquels les températures, les précipitations et les vents diffèrent de ceux des zones rurales. Le développement des villes se traduit dans la plupart de cas par l'épuisement et la dégradation des écosystèmes naturels à l'intérieur et autour des zones urbaines, une perte dramatique de services écosystémiques essentiels ([1], [2]). La perte du couvert végétal dans le milieu urbain, favorise et accélère le développement de l'érosion hydrique, ensablement des cours d'eau, inondation, pollution atmosphérique, etc. ([3]).

Les arbres dans les milieux urbain et péri-urbain jouent plusieurs rôles: les arbres des bordures, les cours ou jardins plantés, autres clôtures et autres espaces verts urbains et péri-urbains atténuent l'effet des chaleurs, améliorent le microclimat et protègent du vent et de la poussière ([4], [5], [6]) en même temps qu'ils jouent un rôle primordial dans l'atténuation des bruits. Les milieux urbains à forte densité humaine, comme la ville province de Kinshasa sont souvent trop bruyants; ces bruits peuvent varier entre 65-70 dB voire au-delà. Cette nuisance sonore est due aux différentes activités, notamment les marchés, les bars, les discothèques, les usines, les Eglises, les mosquées, la circulation des véhicules etc qui perturbent la quiétude des populations ([7]).

La végétation urbaine et péri-urbaine modèlent la physionomie des écosystèmes et améliore la fertilité des sols, en même temps qu'elle fournit aux ménages des légumes et des fruits ([8]).

La végétation arborée à l'intérieur et autour des villes fournit un vaste éventail de biens et de services écosystémiques; elle est la source directe de nourriture (fruits, graines, feuilles, champignons, baies, extraits d'écorce, sèves et racines, fines herbes, viande sauvage, insectes comestibles) et fournit le bois énergie. Elle offre des endroits idéaux pour de nombreux loisirs de plein air et des activités de détente, et fournit des produits pour le traitement des maladies. Les forêts urbaines sont des régulateurs efficaces des cycles hydrologiques urbains. Elles filtrent l'eau potable et réduisent les polluants biologiques et chimiques; elles minimisent les risques d'inondation et d'érosion en réduisant sensiblement l'énergie cinétique des gouttes d'eau, et des eaux de ruissellement facilitant ainsi leur infiltration ([9], [10], [11], [12], [13]).

Elles jouent des rôles indispensables dans le maintien de l'équilibre climatique, la purification de l'air, la régulation du régime des pluies, la réduction de la vitesse du vent.

Les observations récentes révèlent que les forêts urbaine et périurbaine de Kinshasa constituent un principal bassin d'approvisionnement en bois énergie pour les boulangeries locales, les forgerons, restaurants, *nganda ntaba* (différents coins où l'on vend des grillades), ménages, etc. Les résultats de ces investigations font mention d'une disparition de cette ressource dans les milieux urbains et périurbains ([14], [15]). Les arbres, y compris ceux situés dans les parcelles habitées, sont coupés au jour le jour afin de servir de bois énergie pour les boulangeries, les restaurants, les briquetiers, les ménages... ([2]). Par conséquent, on assiste actuellement à des perturbations de régimes de pluies, des températures ambiantes qui augmentent, ainsi qu'aux catastrophes naturelles en l'occurrence les érosions et les inondations ([16]). Cette tragédie continue à sévir dans le milieu urbain de Kinshasa, conduisant à la perte des maisons, des routes, des cultures vivrières, et autres bien, et même des vies humaines ([15]). Cette situation demeure dramatique du fait de l'absence de mesures palliatives.

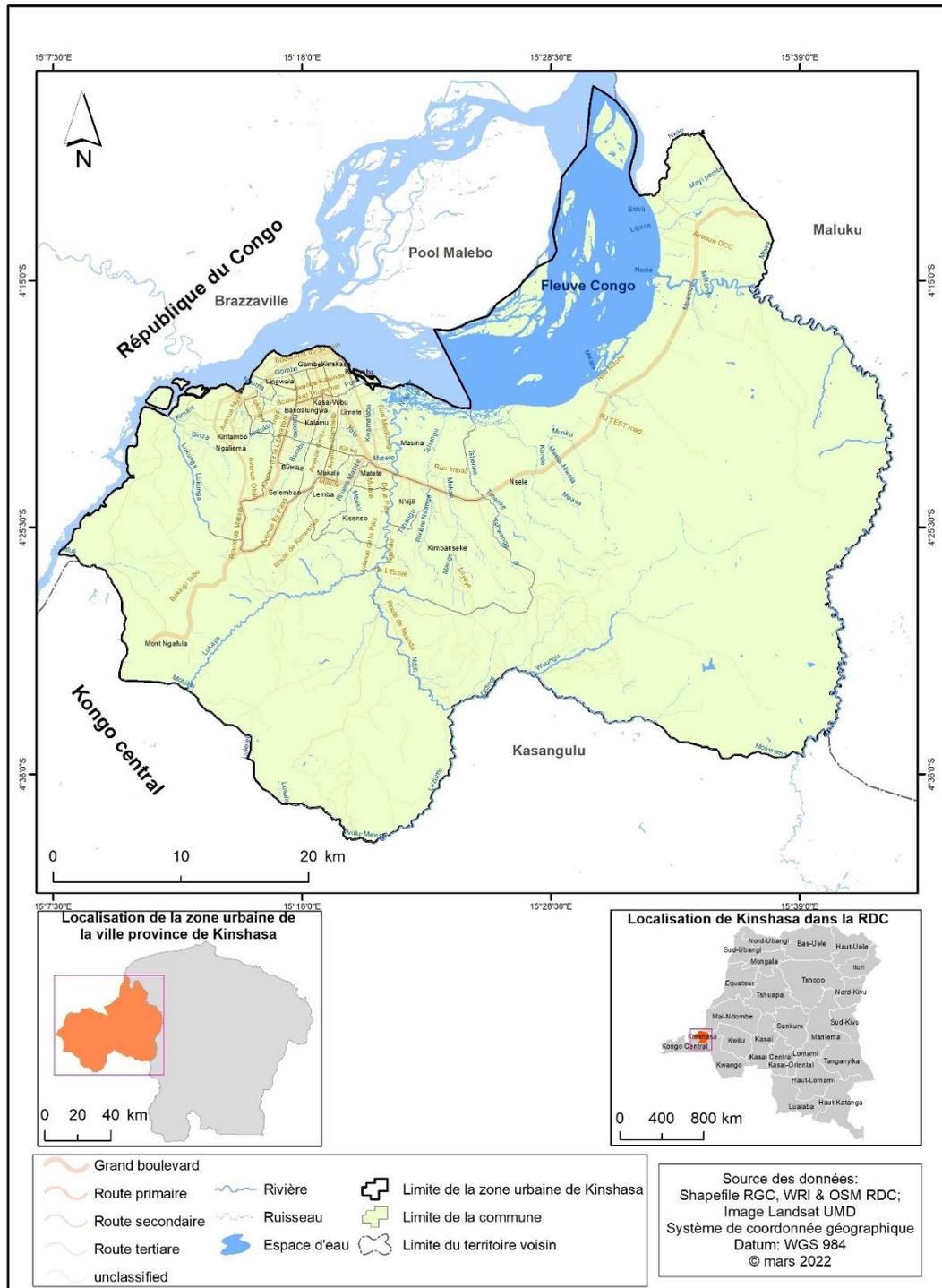
L'objectif de cette étude est d'évaluer la perte du couvert végétal arboré dans la zone urbaine et périurbaine de Kinshasa. De manière spécifique, elle cherche à: (i) quantifier la perte du couvert arboré urbain et périurbain et approfondir la connaissance des moteurs de la perte du couvert végétal dans le milieu urbain; (ii) comprendre l'influence de la perte du couvert végétal sur le climat local; et (iii) clarifier les modes de gestion de cet écosystème urbain pouvant garantir une résilience environnementale.

Cette étude constitue un outil de prise des décisions sur la gestion durable du paysage vert en milieu urbain et de l'éventuel réaménagement urbain. Elle interpelle la conscience de la population urbaine concernant la pression exercée sur les arbres urbains et périurbains. L'étude permet ainsi à la population d'envisager une gestion rationnelle du paysage vert urbain et périurbain à leur propre profit et au profit des générations futures.

## **2 MATERIEL ET METHODES**

### **2.1 SITE D'ÉTUDE**

Cette étude est menée à Kinshasa, sur l'ensemble de toutes les communes urbaines et périurbaines.



**Fig. 1. Localisation de la zone urbaine et périurbaine de la ville province de Kinshasa**

La ville province de Kinshasa est située dans la partie Ouest de la RDC, sur la rive gauche du fleuve Congo, à la sortie occidentale du Pool Malebo. Cette ville de 24 communes, dont 18 sur la partie basse et les autres dans la ville haute, est située entre 4° et 5° de latitude Sud et 15° et 16° de longitude Est. Kinshasa s'étend sur plus de 30 km d'Est à l'Ouest et sur plus de 15 km du Nord au Sud. Une partie importante de Kinshasa est encore rurale. La commune rurale de Maluku, la partie orientale de la province, occupe à elle seule près de 79 % du territoire ([17]).

Le sol de Kinshasa est principalement sablo-limoneux. La structure des sols de Kinshasa est dominée par un envahissement récent du fleuve Congo ([18]). Les terrains superficiels de la plaine de Kinshasa n'offrent pas une grande diversité. Quant à la plaine d'entre N'djili - N'sele, on n'y voit que du sable plus ou moins argileux blanc ou jaune, ([19]).

L'hydrographie de Kinshasa est dominée par un réseau de rivières coulant généralement vers le nord et se jetant dans le Pool Malebo (le fleuve Congo). La ville est drainée par deux types de rivières: les rivières allochtones dont la N'djili et la N'sele, etc.; et les rivières locales ou autochtones dont la Funa, (appelée Kalamu en dialecte Teke - humbu), etc. Les rivières allochtones (N'djili et N'sele) se trouvent beaucoup plus à l'Est de la ville et ont leurs sources bien au-delà des collines Sud. Elles sont plus importantes par rapport aux rivières locales. Elles taillent la plaine Nord en plaines alluviales. Les rivières locales sont très nombreuses et dispersées à travers la ville ([20], [21], [22], [23]).

Kinshasa jouit d'un climat tropical humide du type AW4 selon la classification de Köppen. Il s'agit d'un climat à deux saisons sèches et deux saisons de pluie établies en fonction de la pluviométrie. La grande saison sèche débute en moyenne le 15 mai et se termine le 15 septembre. La grande saison de pluie débute vers 15 septembre et se termine vers mi-février, elle est entrecoupée par une petite saison sèche fluctuant entre 15 février et 15 mars; Et une petite saison pluvieuse allant de mi-mars au 15 mai ([24]).

D'après [25], les mois de novembre et avril sont reconnus comme étant les plus pluvieux avec environ 245 mm. Le mois de juillet au contraire avec 2,3 mm est considéré comme le moins pluvieux. La lame d'eau tombée en moyenne est de 1432,3 mm par an. Les valeurs de la température moyenne annuelle varient entre 24,5°C et 30,7°C ([26], [27]).

La végétation ancienne de Kinshasa était constituée de forêts galeries d'une part et de formations herbeuses d'autre part. Les forêts galeries longeant les principaux cours d'eau, étant dans les vallées humides et de type ombrophile guinéo congolaise ([28], [29], [30]).

Une étude diachronique sur la déforestation dans la région de Kinshasa entre 1960 et 1987, a démontré la réduction des espaces occupés autrefois par la forêt. L'auteur signale la perte de la couverture forestière d'environ 10% entre 1960 et 1982 et plus de 15% pour la période allant de 1982 à 1987. A partir de cette période, la zone est plus colonisée par des diverses constructions, la végétation herbeuse spontanée et la végétation exotique introduite par l'homme ([31]). Des récentes observations, pour Kinshasa et ses environs, signalent la présence des quelques reliques forestières dont la plupart se trouvent à l'état de dégradation; les formations herbeuses aquatiques; les cultures et jachères; ainsi que les savanes herbeuses et arborées ([32]). La pénurie du courant électrique stable à une intensité satisfaisante, constitue un incitateur des boulangers, les restaurants, les ménages... à la consommation du bois énergie ([14], [33]).

## **2.2 MÉTHODE**

Pour mieux aborder la question de cette étude, un recours a été fait aux données d'enquête sur terrain, à l'analyse des images satellitaires et aux données vectorielles; lesquelles ont subi différentes analyses afin d'atteindre les résultats attendus.

### **2.2.1 DONNÉES**

Les données de terrain ont été collectées par enquête qualitative auprès de responsables de boulangeries et vendeurs des grillades diverses. La collecte de ces informations s'est faite à l'aide de l'application Open Data Kit (ODK), installée sur des Smart phones. L'enquête s'est déroulée dans 17 communes urbaines et périurbaines de Kinshasa prises de manière randomisée, notamment Selembao, Kimbanseke, Kalamu, Nsele, Limete, Barumbu, Kasa-vubu, Ngaliema, Bandalungwa, Ngaba, Ndjili, Makala, Matete, Kisenso, Masina, Lemba et Mont-Ngafula. Au total 402 établissements ont été enquêtés en raison de 200 boulangeries et 202 *Nganda ntaba* et dindon, lesquels ont un impact non négligeable sur la ressource ligneuse en milieu urbain. La collecte de données sur terrain a couvert la période allant du novembre 2021 à janvier 2022.

Les données matricielles utilisées sont les images Landsat (30 m de résolution spatiale) des années 2000 et 2020. Les mosaïques sans nuage et les données de la perte de la couverture forestière urbaine pour les années intermédiaires (entre 2000 et 2020) ont été téléchargées sur la plateforme de Global Forest Change, un produit développé par l'université de Maryland.

<https://data.globalforestwatch.org/documents/134f92e59f344549947a3eade9d80783/explore>

Les données vectorielles (réseau routier, réseau hydrographique et limites administrative) utilisées sont celles de RGC, WRI et OSM RDC. Quelques données géolocalisées ont été collectées sur terrain à l'aide du récepteur GPS, afin de valider le résultat

de la classification des images satellitaires. Les données climatiques (température) entre les années 2000 et 2020 ont été obtenues auprès de l'Agence Nationale de Météorologie et de Télédétection par Satellite (METTELSAT).

### 2.2.2 ANALYSE DES DONNÉES GÉOSPATIALES

La discrimination des classes de l'occupation du sol de la zone urbaine de Kinshasa a été rendue possible grâce à la classification des images satellitaires Landsat suivant la méthode supervisée. Cette méthode de classification nécessite a priori la connaissance de la zone cible, afin de créer les zones d'entraînement. Cette classification a été réalisée au moyen de l'algorithme de Maximum de vraisemblance du logiciel ArcGis 10.8. Cet algorithme classe les pixels selon une approche probabiliste. Il calcule pour chaque pixel de l'image, la probabilité d'être rattaché à chacune des classes. Ces calculs se basent sur la moyenne de la zone d'entraînement, sur la signature spectrale du pixel et sur la marge d'erreur standard de la matrice de covariance des pixels de la zone d'entraînement. Le pixel est ensuite affecté, dans la classe ayant la plus grande probabilité.

Les classes d'occupation du sol ont été séparées puis croisées entre elles afin de mettre en évidence, l'évolution de la végétation arborée (forêt urbaine). Le suivi de la perte de la couverture forestière urbaine pour les années intermédiaires (entre 2000 et 2020) a été faite en utilisant les données Global Forest Change.

### 2.2.3 EVALUATION DES RÉSULTATS DE LA CLASSIFICATION

Les données géolocalisées collectées sur terrain au moyen du récepteur GPS ont été confrontées au résultat de la classification des images satellitaires via la matrice de confusion, afin d'évaluer le niveau de précision. La matrice de confusion est une table de contingence laquelle confronte les résultats de l'interprétation aux informations obtenues sur terrain, reconnues comme étant « la vérité ».

### 2.2.4 ANALYSE STATISTIQUE

Les analyses statistiques données de la déforestation urbaine et données de l'enquête se sont basées sur les formules suivantes:

$$\bar{x} = \frac{\sum f_i M_i}{n}$$
$$\sigma^2 = \frac{\sum f_i (M_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$
$$\sigma = \sqrt{s^2}$$

Où  $\sigma^2$ : variance;  $M_i$ : milieu de classe;  $\bar{x}$ : moyenne des observations;  $f_i$ : fréquence des observations;  $\sum$ : somme;  $\sigma$ : écart type;  $n$ : taille de l'échantillon

L'influence de la perte du couvert arboré urbain sur les variables climatiques locales a été évaluée au moyen du coefficient de corrélation de Karl Pearson. Ce coefficient spécifie l'existence et le taux de liaison probable entre deux événements observés, sans révéler la relation de causes à effets. C'est une forme de calcul de la covariance combinée (XY) qui est la mesure de la variance combinée de deux échantillons de façon simultanée:

$$r_{XY} = \frac{\overline{XY} - \bar{X}\bar{Y}}{\sqrt{\sum_i (X_i - \bar{X})^2} \times \sqrt{\sum_i (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

Avec: X, Y: facteurs mesurés

$\bar{X}$ ,  $\bar{Y}$ : moyennes de facteurs

$i$ : nombre de valeurs du facteur

$r_{xy}$ : corrélation entre x et y

Les analyses statistiques ont été rendues possible grâce au logiciel Microsoft Excel.

### 3 RÉSULTATS

#### 3.1 CONSOMMATION DU BOIS ENERGIE PAR LES BOULAGERIES ET NGANDA NTABA

L'ancienneté des établissements faisant objet de l'enquête sur terrain dans le cadre de cette étude est d'environ 10±7 ans. Près de la totalité des boulangeries et *nganda ntaba* enquêtés soit 94% utilisent le bois comme principale source d'énergie pour leurs activités commerciales. A peine quelques boulangeries font recours à l'électricité pour leurs activités (Figure 2).

Le choix porté sur le bois comme principale source d'énergie pour la cuisson des pains ou de la viande de chèvre et/ou dindon est motivé par plusieurs raisons, notamment la disponibilité du bois (40%), le faible coût d'acquisition du bois (40%) et le pouvoir calorifique élevé du bois (20%) (Figure 3). Les autres raisons avancées par les enquêtés du choix porté sur la dendroénergie sont la bonne qualité du produit cuit au bois énergie, la familiarité dans l'usage du bois énergie et manque de four adapté au bois.

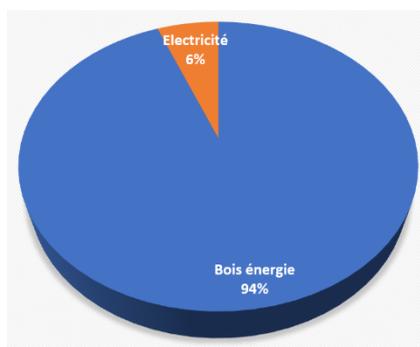


Fig. 2. Source d'énergie utilisée par les boulangeries et *nganda ntaba* enquêtés

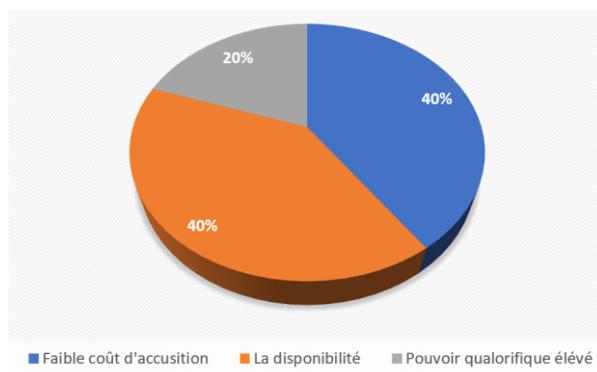
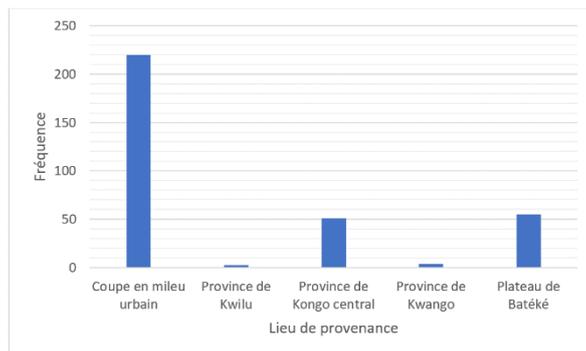


Fig. 3. Les raisons du choix de la source d'énergie utilisée

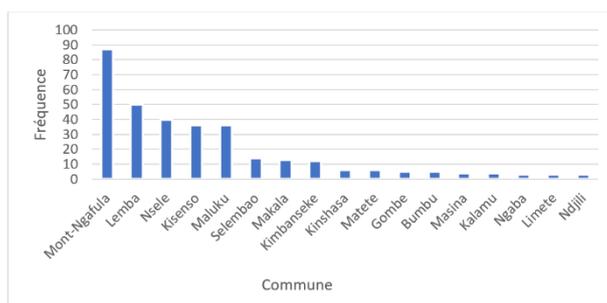
Le bois de chauffe devient de plus en plus une source d'énergie de prédilection pour les boulangeries artisanales et les *nganda ntaba* et dindon. Une boulangerie artisanale consomme en moyenne 3,36±1,25 m<sup>3</sup> de bois de chauffe par jour. La quantité moyenne du bois de feu consommée par un *nganda ntaba* s'élève à 2±0,67 fagots de bois de feu par jour (Tableau 1).

Tableau 1. Quantité du bois énergie consommée par jour

	Moyenne	Ecartype
Nganda ntaba (fagot)	2	0,67
Boulangerie (m <sup>3</sup> )	3,36	1,25



**Fig. 4. Les lieux de provenance du bois énergie utilisé**



**Fig. 5. Les Communes où se passe le plus souvent la coupe de bois dans les parcelles**

Dans le milieu urbain de Kinshasa les arbres sont de plus en plus coupés même dans les parcelles habitées. La plupart de boulangeries artisanales et *nganda ntaba* utilise le bois énergie provenant généralement de la coupe des arbres dans le milieu urbain (66,1%). Toutefois, ces boulangeries et *nganda ntaba* se servent aussi du bois énergie provenant du plateau de bateké situé dans la zone rurale de Kinshasa (16,5%), province du Kongo centrale (15,3%), la province de Kwango (1,2%) et la province de Kwilu (0,9%) (Figure 4).

Près de 63% des enquêtés connaissent bien les conséquences liées à l’absence de l’arbre en milieu urbain. En dépit de cette connaissance, les entreprises pâtisseries artisanales kinoises achètent des arbres à couper auprès des propriétaires de parcelles habitées, afin d’alimenter leurs entreprises en bois énergie (Figure 6). Ainsi, dans certains quartiers, à l’instar des ceux des communes de Ngaba et Ngiri-Ngiri, il faut parcourir quelques centaines de mètres pour trouver un arbre (Figure 7). Le plus souvent cette coupe se fait dans les communes de Mont-Ngafula (26,6%), Lemba (15,3%), Nsele (12,2%), Kisenso (11%), Maluku (11%), Selembao (4,3%), Makala (4%), Kimbanseke (3,7%) et les autres communes dans leur ensemble représentent 11,9% (Figure 5).



Fig. 6. Illustration de la consommation du bois urbains

### 3.2 EVOLUTION DU COUVERT ARBORE DE LA ZONE URBAINE DE KINSHASA AU FIL DU TEMPS

Au fil des années sous études, le paysage urbain et péri-urbain de Kinshasa a connu une forte dynamique, comme décrit dans ce point. La figure 7 illustre l'état actuel de quelques quartiers urbains de Kinshasa.



Fig. 7. Vue synoptique de certains quartiers de Kinshasa

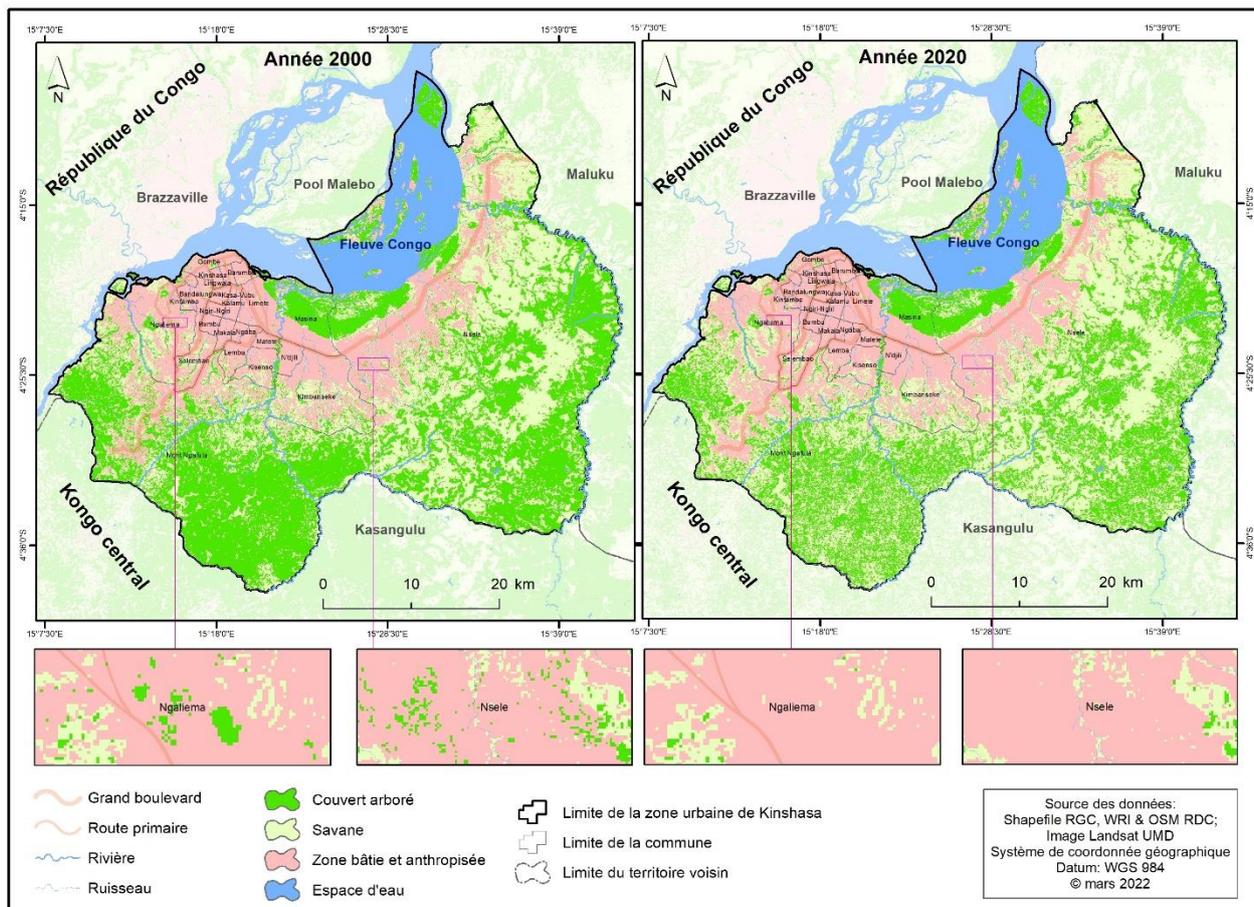
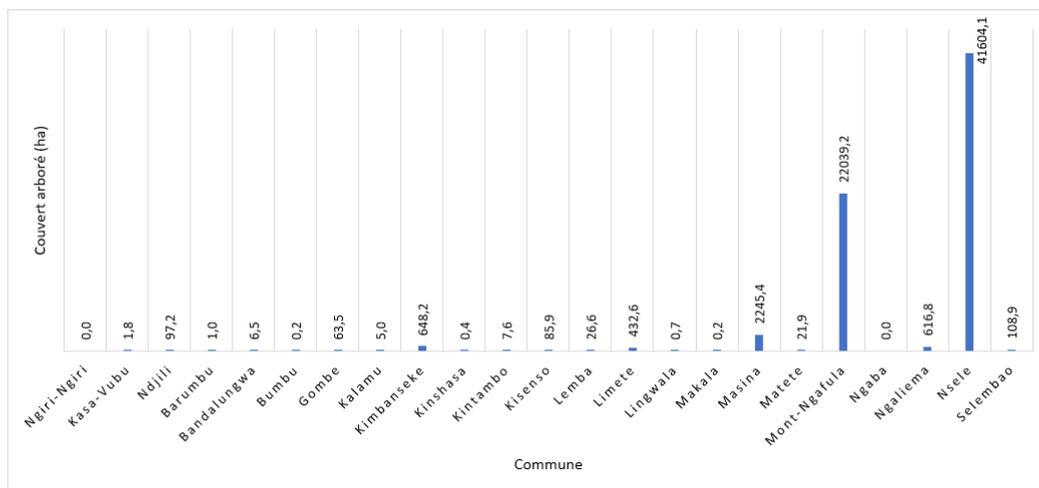


Fig. 8. Occupation du sol de la zone urbaine et périurbaine de Kinshasa entre les années 2000 et 2020

Tableau 2. Statistique de l'occupation du sol dans la zone urbaine et périurbaine de Kinshasa

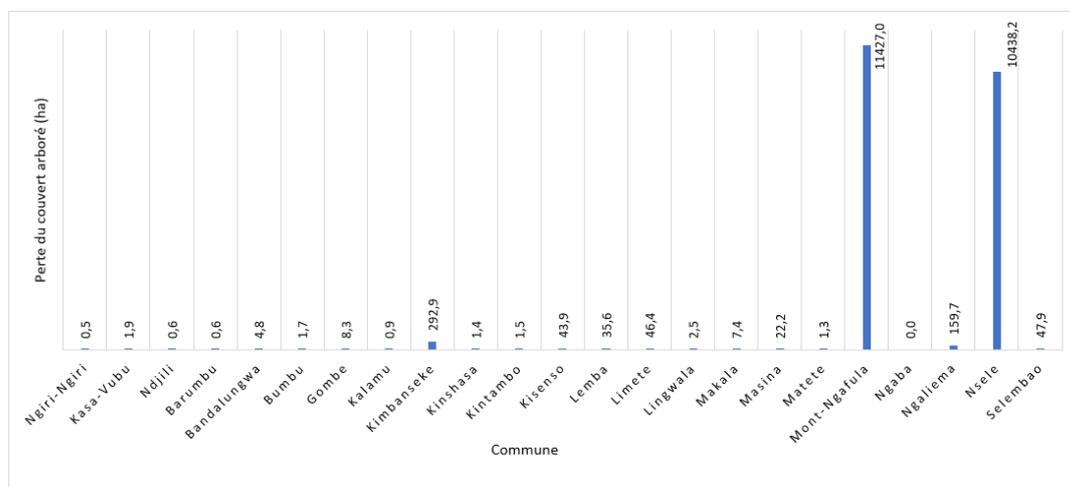
Occupation du sol	Superficie (km <sup>2</sup> )					
	Année 2000	%	Année 2020	%	Evolution	%
Couvert arboré	907,9	38,3	682,2	28,8	-225,8	-9,5
Savane	719,0	30,3	919,7	38,8	200,7	8,5
Zone bâtie et anthropisée	540,1	22,8	565,2	23,9	25,0	1,1
Eau	202,3	8,5	202,3	8,5	0,0	0
Total	2369,4	100,0	2369,4	100,0	-	-



**Fig. 9. Couvert arboré résiduel dans les communes urbaines et périurbaines en année 2020**

L'occupation du sol urbain de Kinshasa a connu des forts changements entre les années 2000 et 2020. Les espaces verts arborés sont supprimés pour laisser la place aux diverses constructions et autres occupations anthropiques (Figure 8). L'analyse des images satellitaires a évalué la perte du couvert arboré à environ 225,8 km<sup>2</sup> représentant près de 25% de sa superficie initiale à l'année 2000. La savane et la zone bâtie & anthropisée ont connu respectivement une extension spatiale de 28% et 4,6% de leurs superficies à l'année initiale (Tableau 2).

Les communes de Nsele, Mont-Ngafula et Masina à elles seules couvrent près de 97% de la superficie arborée résiduelle de la zone urbaine de Kinshasa. Les communes de Ngaba et Ngiri-Ngiri quant à elles n'abritent presque aucun couvert arboré résiduel hormis quelques rares arbres parsemés dans la commune (Figure 9).



**Fig. 10. Perte du couvert arboré dans les communes urbaines et périurbaines entre les années 2000 et 2020**

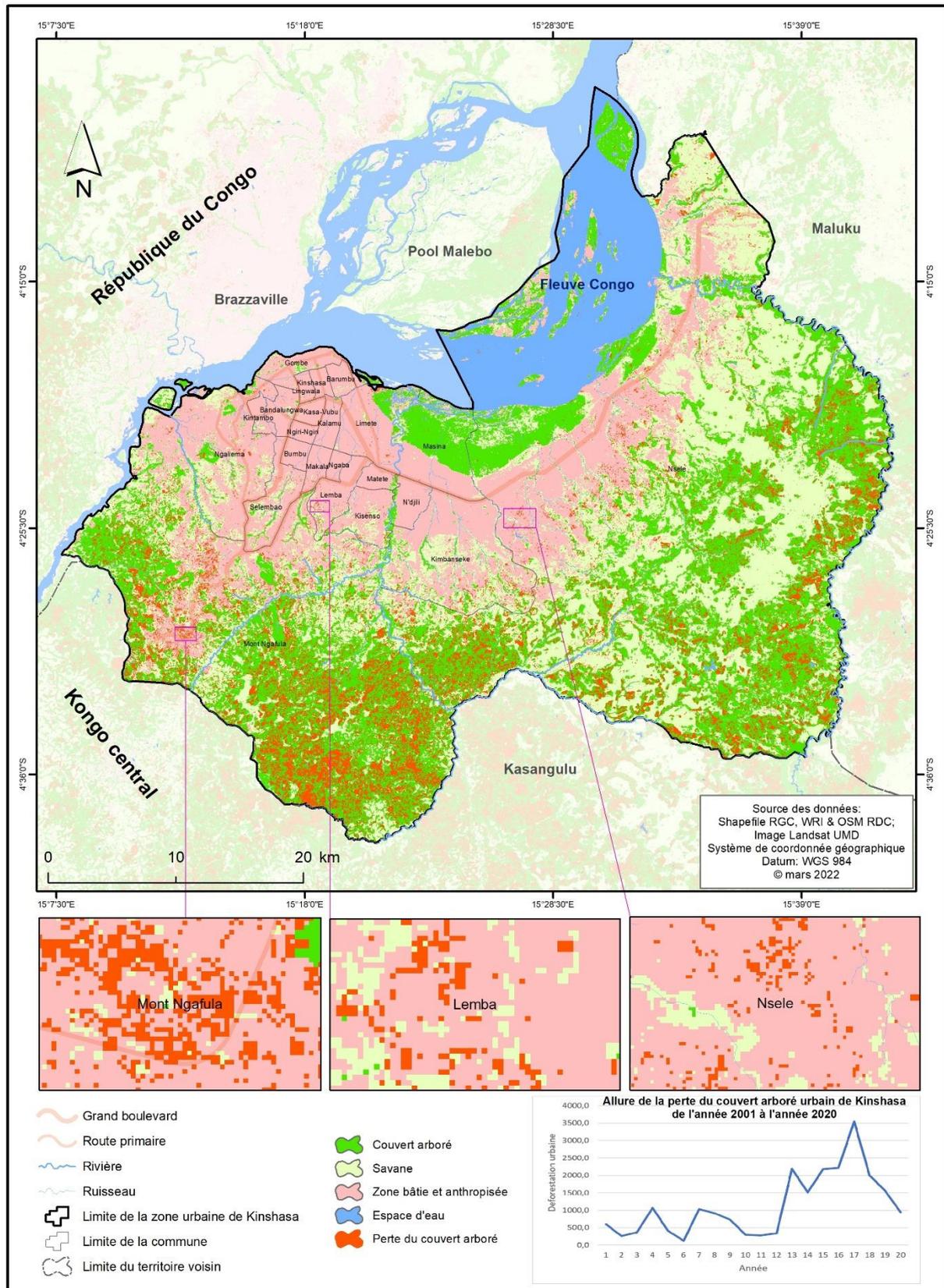
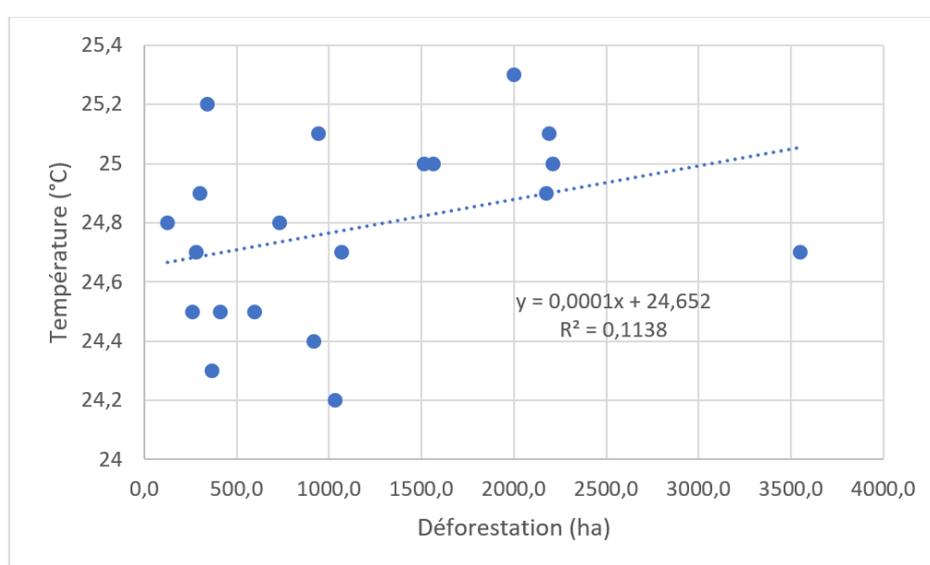


Fig. 11. Répartition spatiale de la perte du couvert arboré urbain et périurbain de Kinshasa entre 2000 et 2020

La perte du couvert arboré urbain à Kinshasa a connu plusieurs fluctuations au fil du temps. Entre les années 2000 et 2020, la perte annuelle moyenne du couvert arboré dans la zone urbaine et périurbaine s'élève à environ  $1128,8 \pm 910,9$  ha. La plus grande perte est observée à l'année 2017 pendant laquelle près de 3548,2 ha soit 15,7% de la perte totale de la période sous étude a été enregistrée. La plus faible perte était enregistrée au cours de l'année 2002 avec (263,4 ha soit 1,2%) (Figure 11). Les communes de Mont-Ngafula, Nsele et Kimbanseke à elles seules représentent environ 98% de la perte totale du couvert arboré de la zone urbaine de Kinshasa. La faible déforestation est observée dans la commune de Ngiri-Ngiri près de 0,5 ha pendant cette période de 20 ans. Par ailleurs dans la commune de Ngaba la déforestation est presque nulle (Figures 10 & 11).

La perte du couvert arboré urbain entraîne des répercussions négatives sur l'environnement local. Entre les années 2000 et 2020, la température locale de Kinshasa a légèrement augmenté au gré de l'évolution de la perte du couvert arboré, allant de 24,5°C à 25,3°C pour la température minimale et de 29,7°C à 30,7°C pour la température maximale. Mais, les analyses statistiques ont indiqué une faible corrélation ( $R^2 = 11,4\%$ ) entre la variation de la température locale et la perte du couvert arboré de la ville de Kinshasa (Figure 12). Ceci revient à dire que la perte du couvert arboré urbain serait l'une des causes, mais pas nécessairement la cause de l'augmentation de la température locale de la ville de Kinshasa.



**Fig. 12. Corrélation entre la déforestation urbaine et l'évolution de la température**

#### **4 DISCUSSION**

L'occupation du sol de la zone urbaine de Kinshasa a connu des forts changements pendant la période située entre les années 2000 et 2020. Les espaces verts sont détruits pour la satisfaction de besoin en bois énergie des entreprises pâtisseries artisanales et *nganda ntaba* d'une part et laisser la place pour diverses constructions d'autre part. Le couvert arboré résiduel est observé principalement dans les communes de Nsele, Mont-Ngafula et Masina couvrant respectivement 41604,1 ha (61,17%), 22039,2 ha (32,4%) et 2245,4 ha (3,3%). L'analyse des images satellitaires n'a montré aucun couvert arboré résiduel dans les communes de Ngaba et Ngiri-Ngiri.

A Kinshasa, les arbres sont coupés même dans les parcelles habitées (environ 66%) pour servir de bois énergie utilisé par ces entreprises, néanmoins une portion du bois énergie provient du plateau de bateké (16,5%), province du Kongo centrale (15,3%), la province de Kwango (1,2%) et la province de Kwilu (0,9%).

La perte annuelle moyenne du couvert arboré dans la zone urbaine et périurbaine de Kinshasa est évaluée à environ  $1128,8 \pm 910,9$  ha. L'année 2017 est marquée par la plus grande perte du couvert arboré 3548,2 ha soit 15,7% de la perte totale. Le couvert arboré a été moins déboisé à l'année 2002 (263,4 ha soit 1,2%). Au total 225,8 km<sup>2</sup> du couvert arboré, soit 25% de sa superficie initiale ont été déboisés et convertis en savane et zone bâtie et anthropisée entre les années 2000 et 2020. Les plus grandes valeurs de perte de la couverture arborée sont localisées dans les communes de Mont-Ngafula (11427 ha soit 50,68%), Nsele (10438,2 ha soit 46,3%) et Kimbanseke (292,9 ha soit 1,3%). La perte la plus faible est observée dans la commune de Ngiri-Ngiri près de 0,5 ha, soit 0,002%; cependant considérant la couverture arborée de la commune de Ngiri-Ngiri à elle seule,

elle a perdu la quasi-totalité (100%) de son couvert arboré initial. Aucune perte du couvert arboré n'a été observée dans la commune de Ngaba, par le simple fait que dans cette commune le résultat de l'analyse des images satellitaires n'a pas détecté de couverture arborée pendant la période d'étude. Ces résultats vont de pair avec celui de [15] abordant la politique énergétique intégrée en République Démocratique du Congo, où il signale la forte pression de la population kinoise sur la ressource ligneuse suite au besoin énergétique.

Malgré la bonne connaissance des conséquences environnementales dues à la suppression du couvert arboré en milieu urbain (63% des enquêtés), les entreprises pâtisseries artisanales kinoises et *nganda ntaba* continuent à exercer une forte pression sur la couverture arborée urbaine (94%). Ce comportement serait motivé par la disponibilité du bois de chauffe et le faible coût d'acquisition de celui-ci comparée aux autres sources d'énergie.

Une boulangerie artisanale consomme environ  $3,36 \pm 1,25$  m<sup>3</sup> du bois de chauffe par jour et un *nganda ntaba* consomme près de  $2 \pm 0,67$  fagots de bois de chauffe par jour. La forte consommation du bois énergie par les restaurants, briquetiers, les pâtisseries, forgerons... a été déjà abordée par [14] et [33].

La coupe des arbres dans les parcelles pour des raisons énergétiques est plus fréquente dans les communes de Mont-Ngafula (26,6%), Lemba (15,3%), Nsele (12,2%), Kisenso (11%), Maluku (11%), Selembao (4,3%), Makala (4%), et Kimbanseke (3,7%). Ce résultat issu de l'analyse des données de l'enquête de terrain corrobore celui de l'analyse de la perte du couvert arboré dans les communes urbaines et périurbaines de Kinshasa (Figure 11).

Les résultats des analyses révèlent que la perte du couvert arboré urbain et périurbain de Kinshasa serait parmi les causes de l'augmentation d'un degré Celsius (1°C) de la température locale. Ce résultat confirme ceux de [1], [2], [3] et [5] qui signalent les différents impacts environnementaux générés à la suite de la perte du couvert végétal en milieu urbain.

## 5 CONCLUSION

Cette étude a évalué l'impact des entreprises pâtisseries artisanales et *nganda ntaba* (différents coins où l'on vend des brochettes, des cuisses de poulet et de la viande de chèvre grillée) sur l'évolution du couvert végétal arboré dans la zone urbaine et périurbaine de Kinshasa, grâce aux analyses combinées de données collectées sur terrain et les données satellitaires.

Le paysage vert de la zone urbaine et périurbaine de Kinshasa subit de plus en plus une forte pression d'origine anthropique. Les résultats des analyses ont montré que la quasi-totalité (94%) de boulangeries artisanales et *nganda ntaba* font recours au bois énergie pour la cuisson des pains et / ou grillade de la viande de chèvre. Une boulangerie utilise une moyenne de  $3,36 \pm 1,25$  m<sup>3</sup> de bois de chauffe par jour, un *nganda ntaba* quant à lui peut consommer en moyenne  $2 \pm 0,67$  fagots de bois de feu par jour. L'analyse des données d'enquête a révélé que ces bois proviennent de différentes origines, néanmoins une portion importante (66%) provient de la coupe en milieu urbain et périurbain.

Les résultats issus des analyses des données satellitaires font état d'une grande perte du couvert arboré dans la zone sous étude, avec une moyenne annuelle  $1128,8 \pm 910,9$  ha. Il a été observé une relation étroite entre le résultat de l'enquête indiquant les communes où se passe fréquemment les coupe des arbres et le résultat de l'analyse de la déforestation renseignant les communes ayant connu une grande perte en termes de couvert arboré.

Le boisement des zones savaniques à la périphérie de Kinshasa pour la production du bois énergie réduirait la pression sur le couvert arboré en milieu urbain. Par ailleurs, le réaménagement de la ville de Kinshasa suivant une approche intégrée et impliquant tous les acteurs et ainsi que la restauration de son paysage arboré maintiendrait l'équilibre climatique local et résoudrait les problèmes de catastrophes naturelles (Erosion, inondation, etc.). Aussi la politique gouvernementale sur l'énergie devrait viser la bonne fourniture d'électricité et développement de l'énergie renouvelable, alternative au bois énergie; mais aussi la promotion de la foresterie urbaine, ferait de Kinshasa une ville résiliente.

## REFERENCES

- [1] J. L. Tungi Tungi, P. M. Madibi, E. N. Nsimba, E. L. Lutete, C. M. Lendo, P.L. Baraka, S. E. Ndiyo, R. S. Lumbuenamo, R. M. Tshimanga, C. T. Mwamba, "Impact de la croissance démographique et de l'expansion urbaine sur la dynamique forestière des zones environnantes de la ville de Kikwit en République Démocratique du Congo," *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture*, vol. 4, n° 4, pp. 23-30, 2021.  
[http://www.rafea-congo.com/pages/lecture1.php?id\\_article=147#](http://www.rafea-congo.com/pages/lecture1.php?id_article=147#) (consulté le 06 décembre 2021).
- [2] V. Delbart et E. Wolff, "Extension urbaine et densité de la population à Kinshasa: contribution de la télédétection satellitaire," *Belgeo*, vol 2, n°1, pp. 45-59, 2002.  
<https://journals.openedition.org/belgeo/15451?lang=en> (consulté le 15 décembre 2021).
- [3] A.Böll, C. Graf, et F. Graf, *Des plantes pour lutter contre l'érosion et les glissements en surface. Notice pour le praticien*, Institut federal de recherches WSL CH-8903 Birmensdorf, vol 37, 8p, 2003.  
[https://www.dora.lib4ri.ch/wsl/islandora/object/wsl%3A9195/datastream/PDF/Graf-2003-Des\\_plantes\\_pour\\_lutter\\_contre-%28published\\_version%29.pdf](https://www.dora.lib4ri.ch/wsl/islandora/object/wsl%3A9195/datastream/PDF/Graf-2003-Des_plantes_pour_lutter_contre-%28published_version%29.pdf) (consulté le 18 décembre 2021).
- [4] FAO, *Stratégie de développement et Plan d'action pour la promotion de la foresterie urbaine et périurbaine de la ville de Bangui urbaine. Foresterie urbaine et périurbaine Document de travail 3*. Rome, 103P, 2009.
- [5] R. B. Miller, et C. Small, "Cities from space: potential applications of remote sensing in urban environmental research and policy," *Environmental Science & Policy*, vol. 6, Issue 2, pp.129-137, 2003.
- [6] D. N'Zala et P. Miankodila, "Arbres et espaces verts à Brazzaville (Congo)," *Bois et Forêts des Tropiques*, vol. 272, n°2, pp. 88-92, 2002.  
<https://revues.cirad.fr/index.php/BFT/article/view/20158> (consulté le 11 octobre 2021).
- [7] AFSSE (Agence française de sécurité sanitaire environnementale), *Impacts sanitaires du bruit État des lieux Indicateurs bruit-santé*, 346p, 2004.  
<https://www.anses.fr/fr/system/files/AP2003et1000Ra.pdf> (consulté le 11 octobre 2021).
- [8] E. Makumbelo, L. Lukoki, J. Paulus, et N. Luyindula, "Inventaire des espèces végétales mises en culture dans les parcelles en milieu urbain. Cas de la commune de Limete - Kinshasa - R. D. Congo," *Tropicultura*, vol. 20, n° 2, pp. 89-95, 2002.  
<http://www.tropicultura.org/content/v20n2.html> (consulté le 18 octobre 2021).
- [9] F. Salbitano, S. Borelli, M. Conigliaro, et Y. Chen, *Directives sur la foresterie urbaine et périurbaine. Etudes FAO: Forêts*, Rome, n°178, 189p, 2017.
- [10] FAO, *Foresterie urbaine et périurbaine en Afrique. Quelles perspectives pour le bois-énergie ? Document de travail sur la foresterie urbaine et périurbaine*, n°4, Rome, 95p, 2010.
- [11] K. R. Sambieni, M. A. Biloso, S. M. Toyi, R. Occhiuto, J. Bogaert, et B. Dossou, "La végétation arborée domestique dans le paysage urbain et périurbain de la ville de Kinshasa, République Démocratique du Congo," *Afrique science*, vol. 14, n° 2, pp. 197 – 208, 2018.  
<https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/228882/1/19-AS-1743.pdf> (consulté le 28 octobre 2021).
- [12] I. Sather, E. Macie, et D. R. Hartel, *Benefits and costs of the urban forests are all the trees and other vegetation that grow in places where people live, work and play, from small communities in rural areas to large metropolitan cities*, USDA Forest Service, 27p, 2004.
- [13] J. Dombrow, M. Rodriguez et C. F. Sirmans, "The Market Value of Mature Trees in Single- Family Housing Markets," *Appraisal Journal*, vol. 68, n° 1, pp 39-43, 2000.
- [14] J. Marien, E. Dubiez, D. Louppe, et A. Lazilliere, *Quand la ville mange la forêt: Les défis du bois énergie en Afrique centrale*. Ed. Quæ, France, 238p, 2013.  
<https://www.quae.com/produit/1182/9782759220991/quand-la-ville-mange-la-foret> (consulté le 17 décembre 2021).
- [15] M. Maldague, "Politique énergétique intégrée en république démocratique du Congo," *Bulletin de l'ANSD*, vol. 2, pp. 27-67, 2001.  
[https://www.congoforum.be/Upldocs/politique\\_energetique\\_RDC.pdf](https://www.congoforum.be/Upldocs/politique_energetique_RDC.pdf) (consulté le 30 décembre 2021).
- [16] K. R. Sambieni, Y. S. Useni, S. K. Cabala, A. M. Biloso, F. K. Munyemba, F. N. Lelo, Occhiuto et J. Bogaert, "Les espaces verts en zone urbaine et périurbaine de Kinshasa en République Démocratique du Congo," *Tropicultura*, vol. 36, n° 3, pp. 478-491, 2018 (b).  
<http://www.tropicultura.org/text/v36n3/478.pdf> (consulté le 04 janvier 2022).
- [17] T. Bernard, J. Lagae, et M. Gemoets, *Kinshasa, architecture et paysages urbains*. Éd. d'Art, Paris, Somogy, 128 p, 2010.
- [18] A. Egoroff, *Esquisse géologique provisoire du sous - sol de Léopoldville, d'après les sondages (1947 – 1955)*. Service géologique du Congo belge et du Ruanda - Urundi, vol. 6, 15p,1956.
- [19] X. Van Caillie, *Carte géomorphologique et géotechnique de Kinshasa, Planche IV Géotechnique*, B.E.A.U/T.P.A. T, IGNB, Bruxelles, 1977.

- [20] N. F. Lelo, "Croissance urbaine et recul de la ceinture verte maraîchère à Kinshasa," Congo - Afrique, n°438, pp. 567-591, 2009.
- [21] N. F. Lelo, Kinshasa, ville et environnement, Ed. Harmattan, Paris, vol. 1, 281p, 2008.
- [22] Acres, B. D. Rains, A. B. King, R.B. Lawton, R. M. Mitchell, A. J. B and Rackham, L. J., African dambos: their distribution, characteristics and use, In: M. F. Thomas, A. S. Goudie, Dambos, Small valleys in the tropics. Zeitschrift für Geomorphologie, Supplementen band, n°52, pp. 63-86, 1985.
- [23] M. Raunet, "Les bas-fonds en Afrique et à Madagascar," Zeitschrift für Geomorphologie, 52, pp. 25-62, 1985.
- [24] M. Crabbe, Le climat de Kinshasa: d'après les observations centrées sur la période 1931 – 1970, Service météorologique, Dpt. des Transports et Communications, Kinshasa, 120p, 1975.
- [25] F. Bultot, Statistiques des pluies intensives en un point dans une aire du Congo belge et du Ruanda – Urundi, B.C.C.V, n°11, Bruxelles, 136p, 1971.
- [26] AccuWeather, Inc, 2022. [En ligne] Disponible: <https://www.accuweather.com/fr/cd/kinshasa/113487/january-weather/113487> (consulté le 19 avril 2022).
- [27] Climate-data.org, 2022. [En ligne] Disponible: <https://fr.climate-data.org/afrique/congo-kinshasa/kinshasa/kinshasa-408/> (consulté le 19 avril 2022).
- [28] S. Shomba F. Mukoka, D. Olela, M. Kaminar et W. Mbalanda, Monographie de la ville de Kinshasa, Ed. ICREDES, Kinshasa-Montréal-Washington, 105p, 2015.
- [29] P. Compère, Cartes des sols et de la végétation du Congo, du Rwanda et du Burundi, Bas-Congo. B, Notice explicative de la carte de la végétation, Ed. I.N.E.A.C, Bruxelles, 36p, 1970.  
[https://library.wur.nl/isric/fulltext/isricu\\_i4222\\_001.pdf](https://library.wur.nl/isric/fulltext/isricu_i4222_001.pdf) (consulté le 10 janvier 2022).
- [30] F. White, The vegetation of Africa: a descriptive memoir to accompany the Unesco/AETFAT/UNSO vegetation map of Africa, Nat. Ed. Ressources Reseach (Unesco), vol. 20, 356 p, 1983.  
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000058054> (consulté le 17 janvier 2022).
- [31] K. W. T. Tshibangu, P. Engels, et F. Malaisse, "Evolution du couvert végétal dans la région de Kinshasa (1960 - 1987) selon une approche cartographique," Geo - Eco - Trop., 21, pp. 95 – 103, 1997.
- [32] R. Peltier, F. Bisiaux, E. Dubiez, J. N. Marien, J. C. Muliele, P. Proce, et C. Vermeulen, De la culture itinérante sur brûlis aux jachères enrichies productrices de charbon de bois en République Démocratique du Congo, ISDA, Montpellier (France), 16 p, 2010.  
<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00512274/document> (consulté le 20 janvier 2022).
- [33] J. Schure, V. Ingram, et M. C. Akalakou, Bois énergie en RDC: analyse de la filière des villes de Kinshasa et Kisangani, Ed. CIFOR, 88p, 2011.  
[https://ur-forets-societes.cirad.fr/content/download/4097/32023/version/1/file/Projet+Makala+-+Analyse+de+la+fili%C3%A8re+bois+%C3%A9nergie++%C3%A0+Kinshasa+et+Kisangani\\_web.pdf](https://ur-forets-societes.cirad.fr/content/download/4097/32023/version/1/file/Projet+Makala+-+Analyse+de+la+fili%C3%A8re+bois+%C3%A9nergie++%C3%A0+Kinshasa+et+Kisangani_web.pdf) (consulté le 04 février 2022).