

# DYNAMIQUE DE LA DÉFORESTATION ET SES CONSÉQUENCES DANS LE BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE KALAMU À BOMA (KONGO CENTRAL, RD CONGO)

## DEFORESTATION DYNAMICS AND CONSEQUENCES IN THE KALAMU RIVER WATERSHED AT BOMA (CENTRAL KONGO, DR CONGO)

Alexis VUNI SIMBU, Fidel PUELA PUELA, Modeste KISANGALA MUKE, Francis LELO NZUZI, Mabu MASIALA BODE, Jules ALONI KOMANDA, Clément NZAU UMBA-di-MBUDI

### Résumé

Comprendre les changements profonds qui ont eu lieu dans un bassin versant d'une rivière est indispensable afin de mieux l'aménager. L'article analyse les causes et les conséquences de la déforestation dans le bassin versant de la rivière Kalamu, un petit affluent du fleuve Congo à Boma. L'étude a été réalisée en utilisant les sources bibliographiques et des investigations sur le terrain : enquêtes à l'aide de questionnaires, observations directes et entretiens. L'analyse des données d'une série diachronique des images satellites à partir de 4 scènes (2000, 2005, 2015 et 2020), le moins nuageux du satellite Landsat TM et ETM de 30 mètres de résolution, a permis de caractériser la déforestation du bassin versant sur une période de 20 ans. Les données recueillies ont été enregistrées, traitées à l'aide de logiciels EpiData 3.0, SPSS 20, et Microsoft Word 2016. La conception des cartes et l'analyse des données satellites ont été effectuées en utilisant ArcGIS 10.8 et QGIS 3.18. Les pressions anthropiques sur la forêt du bassin versant sont évidentes. Les causes de la déforestation sont les constructions des nouveaux logements des migrants dans une urbanisation anarchique (31 %), l'agriculture itinérante sur brûlis (19 %), la production de bois des chaufes (14 %), la cuisson des briques adobes (13 %), les coupes illégales de bois d'œuvre (12 %) et les feux de forêt des étendues défrichées pour les champs de cultures saisonnières (11 %). Toutes ces causes de la déforestation sont en relation étroite avec la croissance démographique rapide qui consomme des espaces pour l'extension des quartiers.

### Mots-clés

dégradation de forêt, biodiversité, bassin versant, rivière Kalamu, Boma

### Abstract

*Understanding the profound changes that have taken place in a river catchment area is essential for better management. This article analyzes the causes and consequences of deforestation in the watershed of the Kalamu River, a small tributary of the Congo River at Boma. The study was carried out using bibliographical sources and field investigations: surveys using questionnaires, direct observations and interviews. Data analysis of a diachronic series of satellite images from 4 scenes (2000, 2005, 2015 and 2020), the least cloudy of the Landsat TM and ETM satellite with 30-meter resolution, was used to characterize deforestation in the watershed over a 20-year period. Data were recorded and processed using EpiData 3.0, SPSS 20 and Microsoft Word 2016. Map design and satellite data analysis were carried out using ArcGIS 10.8 and QGIS 3.18. Anthropogenic pressures on the watershed's forests are evident. Anthropogenic pressures on the watershed's forests are obvious. The causes of deforestation are the construction of new housing for migrants in anarchic urbanization (31%), slash-and-burn agriculture (19%), firewood production (14%), adobe brick firing (13%), illegal timber cutting (12%) and forest fires in areas cleared for seasonal crop fields (11%). All these causes of deforestation are closely linked to rapid population growth, which consumes space for the expansion of neighborhoods.*

### Keywords

*forest degradation, biodiversity, watershed, Kalaumu river, Boma*

## INTRODUCTION

La déforestation a retenu l'attention de nombreux scientifiques et de plusieurs organisations environnementales internationales et nationales à travers le monde. Par exemple, WWF, Greenpeace, FAO, Banque mondiale, Fonds national REDD+ (FONAREDD), Groupe de travail sur le climat REDD+

(GTCRR). Selon la FAO et le PNUE (2020), la déforestation est une conversion de la forêt en une forme d'occupation spatiale humanisée ou encore à la destruction progressive du couvert forestier sous un seuil de 10 %. Elle découle à la fois de processus impliquant les êtres vivants ou non (FAO, 2016). Plus de la moitié (27 %) de la déforestation est due à une modification de l'utilisation des

terres liée à la production de commodités (Curtis *et al.*, 2018). Dans les pays en voie de développement, cette destruction prend des significations économiques, sociales, alimentaires en raison de la pratique de l'agriculture itinérante sur brûlis ainsi que récemment sur le plan environnemental et climatique (GIEC, 2019 ; Ozer, 2010 ; Béné et Fournier, 2012, FAO, 2020 ; Cuypers *et al.*, 2013 ; Commission européenne, 2019 ; Mbumba *et al.*, 2022). Par exemple, la déforestation de l'Amazonie brésilienne est évaluée à 34 % selon l'agence spatiale brésilienne citée par Tritsch et Tourneau, (2014), au Gabon, il est de 0,25 %, au Cameroun, de 0,6 %, en République démocratique du Congo (RDC), le taux moyen est de 0,6 % par an par rapport à la moyenne mondiale (FAO, 2010). Partout dans ces pays africains, les principales causes sont les mêmes : agriculture itinérante sur brûlis, collecte de bois énergie, exploitation minière et forestière, développement des infrastructures et habitats, et croissance démographique qui implique une consommation de l'espace pour l'extension anarchique des villes (Pauline Gillet, 2016 ; Fournier et Yaméogo, 2007 ; Dimobé *et al.*, 2012 ; Kaboré, 2013 ; Sambiéni *et al.*, 2015) estiment pour leur part que ces facteurs participent non seulement à la déforestation, mais aussi et surtout à la détérioration des écosystèmes par des méthodes de friche ou pratiques traditionnelles utilisées par la population et la déstructuration des sociétés traditionnelles. En RDC, la terre appartient au chef du clan, les membres du clan n'en sont que des usufructuaires. Il en résulte que personne ne se préoccupe de l'avenir du patrimoine foncier en général, de la forêt en particulier. Par conséquent, la gestion durable des forêts peut constituer un moyen efficace de combattre la déforestation à travers le monde, et rappeler l'importance des arbres dans la lutte contre le défi climatique (GIEC, 2019). Elle est également considérée comme un levier essentiel de la Décennie d'action, qui vise à atteindre les Objectifs de développement durable (ODD) d'ici à 2030. Il se propose également de répondre à la « Quadruple urgence planétaire », marquée par des crises du climat, de la nature, des inégalités et de la santé globale. Cela requiert par conséquent une action concertée de la part des gouvernements, du secteur privé, de la société civile et des chercheurs scientifiques, afin de réaliser un changement transformationnel dans les systèmes alimentaires et de promouvoir des chaînes de valeur agricoles et forestières durables, en mesure de stopper le

déboisement (FAO, 2018 ; OCDE, 2020, Banque mondiale, 2020). Cette situation touche également le bassin versant de la rivière Kalamu à Boma. C'est dans ce contexte que s'inscrit, au moins en partie, l'étude de la déforestation du bassin versant de la rivière Kalamu à Boma.

## I. MILIEU D'ÉTUDE

Le bassin versant de la rivière Kalamu à Boma a été décrit plusieurs fois, entre autres par Vuni *et al.* (2024, 2023, 2022, 2020), Kisangala *et al.* (2019), Wanga *et al.* (2015, 2014), Mbuangi *et al.*, (2021). En résumé, la partie du bassin versant de la rivière Kalamu retenue dans le cadre de la présente étude est située entre 13° 00' 00" et 13° 11' 30" de longitude E et 5° 39' 00" et 5° 51' 00" de latitude S et intègre la réserve biosphère de Luki (RBL) étudiée par Mbumba *et al.* (2021, 2022 ; Lompi *et al.*, 2023). Ce petit affluent du fleuve Congo prend sa source à 300 mètres d'altitude dans une forêt, pour ensuite rejoindre les basses terres situées à 181 mètres. La Kalamu draine trois communes dans la partie urbaine (Kalamu, Kabondo et Nzadi) avant de se jeter dans le fleuve Congo aux environs du port maritime de Boma. La superficie de son bassin versant est de 68,84 km<sup>2</sup>, son périmètre est de 44,36 km (Figure 1). La végétation de Boma se compose d'une savane boisée anthropique et des galeries forestières. Par ailleurs, cet espace géographique est ouvert aux vents du Sud-Ouest influencés par le courant marin froid de Benguela, connaît deux saisons bien contrastées du type tropical humide AW<sub>4</sub> selon la classification de Köppen. La saison des pluies dure 8 mois d'octobre à mai. Les tranches de précipitations varient entre 900 et 1500 mm, assorties d'une légère inflexion des précipitations entre la mi-janvier et la mi-mars. La saison sèche s'étend de la mi-mai à septembre, elle se distingue par une quasi absence des précipitations. La température moyenne annuelle est de 25 °C. On enregistre une faible insolation de 20 à 60 % entre 7 h et 17 h.

## II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

### A. Approche méthodologique

La présente étude s'est appuyée comme d'habitude sur la recherche bibliographique. En plus, nous avons enquêté 580 personnes de couches sociales diverses. Pour étudier l'organisation spatiale du bassin versant de la rivière Kalamu à Boma, des informations qua-

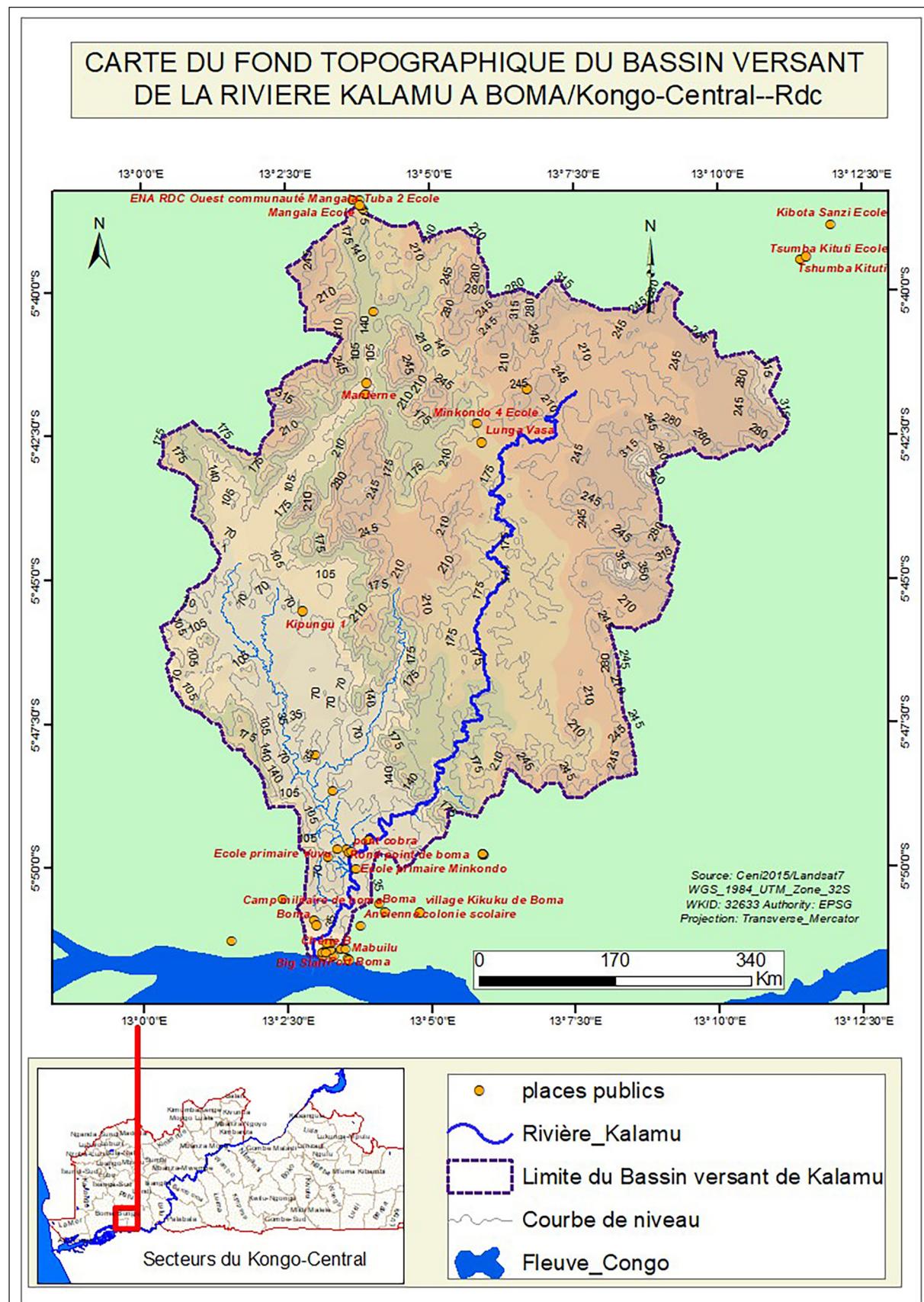


Figure 1. Localisation du bassin versant de la rivière Kalamu à Boma

litatives ont été collectées à travers des observations participantes et des entretiens de groupes avec les opérateurs sur le bassin versant. Les données obtenues sont à la fois issues de levés de terrains géoréférencés et des enquêtes socio-économiques à partir des ateliers participatifs, le tout confronté à des données issues de la télédétection et en partie analysées par le biais de la géomatique via l'utilisation d'un Système d'information géographique (SIG ; QGIS). Au total, nous avons effectué neuf entretiens de groupe. Les entrevues de groupes étaient composées de huit à dix acteurs (hommes et femmes) âgés de 18 ans et plus pour prendre en compte tous les points de vue des opérateurs. Les échanges ont été réalisés en Kikongo, la langue locale, en collaboration avec un traducteur compétent, et des notes détaillées ont été prises. L'organisation spatiale des activités pratiquées dans le bassin versant de la rivière Kalamu à Boma a été déterminée à l'aide de ces ateliers, à l'issue desquels il a été possible de faire le lien entre les diverses activités. On a également effectué des observations participantes quotidiennes, en particulier avec les opérateurs, pour vérifier les données collectées lors des entretiens de groupe.

## B. Matériels

La fouille des fiches a été réalisée avec le logiciel EPIDATA. Le logiciel SPSS 20 a été utilisé pour tabuler et analyser les données. Les images satellites correspondant à 4 scènes du satellite Landsat TM et ETM (path 183/row 063 et path 183/row 064) avec une résolution de 30 mètres ont été téléchargées du site de USGS (United States Geological Survey). Elles ont été choisies en fonction de leur faible couverture nuageuse puis soumises à une analyse multiday qui vise l'évolution de l'occupation du sol dans le bassin versant de la rivière Kalamu en 2000, 2010, 2015 et 2020. Les cartes ont été créées en utilisant les logiciels ArcGIS 10.8, QGIS 3.18 et Google Earth Pro pour représenter la dynamique de la déforestation et des variations spatiales du bassin versant de la rivière Kalamu. Pour la classification des images, des points de référence ont été rassemblés sur le terrain en utilisant un GPS.

## II. RÉSULTATS ET DISCUSSION

### A. Résultats

Les Figures 2 à 6 montrent l'occupation des sols en 2000, 2005, 2015 et 2020 dans le bassin ver-

sant de la rivière Kalamu à Boma. Les superficies de l'habitat étaient respectivement de : 657188, 1510.053, 2455229 et 2572962 %. Celles des sols nus : 4033301, 6061977, 2455229 et 8019612 %. La végétation dense (forêt primaire) couvrait 8209522, 4858974, 8107069 et 10650117 %. La végétation moins dense (forêt secondaire) occupait 4599284, 8512622, 11872971 et 13044516 %.

En effet, Boma a connu une augmentation importante de sa population. La population est passée de 163568 habitants en 2000 à 378681 habitants en 2023. Cette population se déplace vers les villes en quête de travail, tandis que la demande croissante en produits agricoles et le progrès des infrastructures provoquent la déforestation dans le bassin versant. L'agriculture est l'activité principale de la population du bassin versant de la rivière Kalamu à Boma. C'est plus particulièrement le maraîchage dans les bas-fonds qui prédomine et assure l'économie de subsistance des opérateurs. Les cultures vivrières traditionnelles pratiquées en polyculture dans les bas-fonds sont : le manioc, le maïs, l'arachide, la patate douce, l'igname, le céleri, l'oseille, la salade, la tomate, l'épinard, l'aubergine, le piment et le gombo (Figure 7). L'expansion de l'agriculture a été identifiée comme l'une des causes de la déforestation du bassin versant de la rivière Kalamu à Boma. De nos jours, la majorité de la population de cette ville ne vit plus que des prélevements dans l'environnement naturel, ce qui entraîne la destruction du capital naturel (Vuni, 2023). Le facteur démographique contribue pour une large part à la déforestation. Parmi d'autres causes de la déforestation, les enquêtés ont reconnu les constructions anarchiques (31 %), l'agriculture itinérante sur brûlis (19 %), la production de bois des chauffes (14 %), la cuisson des briques adobes (13 %), les coupes illégales de bois d'œuvre (12 %) et les feux de forêt des étendues défrichées pour les champs de cultures saisonnières (11 %). Les interruptions intempestives régulières et imprévisibles de l'électricité justifient ces pratiques dans la ville, de même que l'utilisation anarchique des terrains pour la construction de logements, même sur les lits majeurs de la rivière. Ces diverses activités contribuent à l'érosion des berges et à l'accumulation de sable dans la rivière Kalamu (Figure 8). La cuisson de briques adobe est une activité aussi ancienne que la ville de Boma elle-même. Elle a toujours été la source de la construction des maisons, la quasi-totalité de l'habitat, des écoles, des hôpitaux

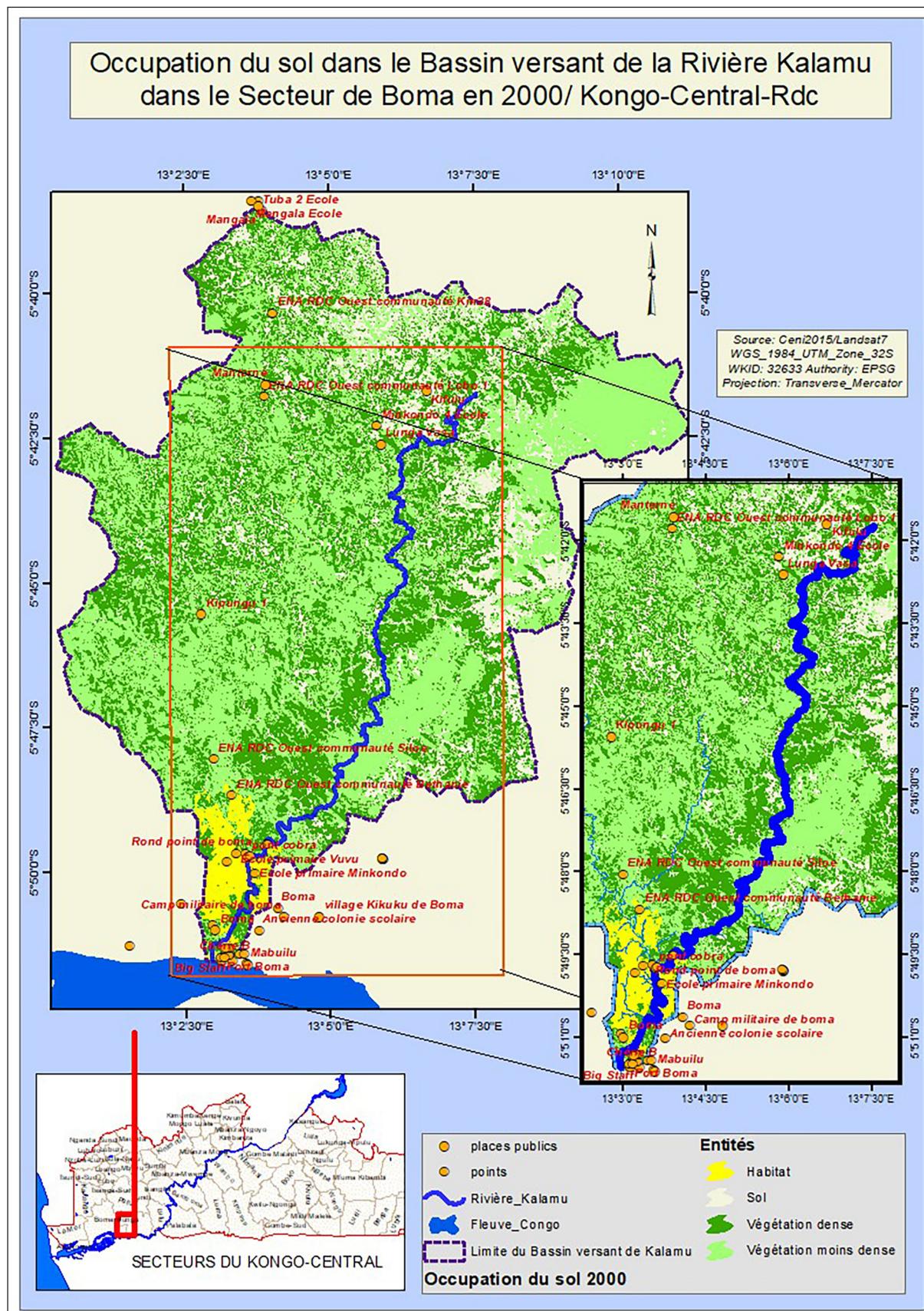


Figure 2. Occupation du sol en 2000

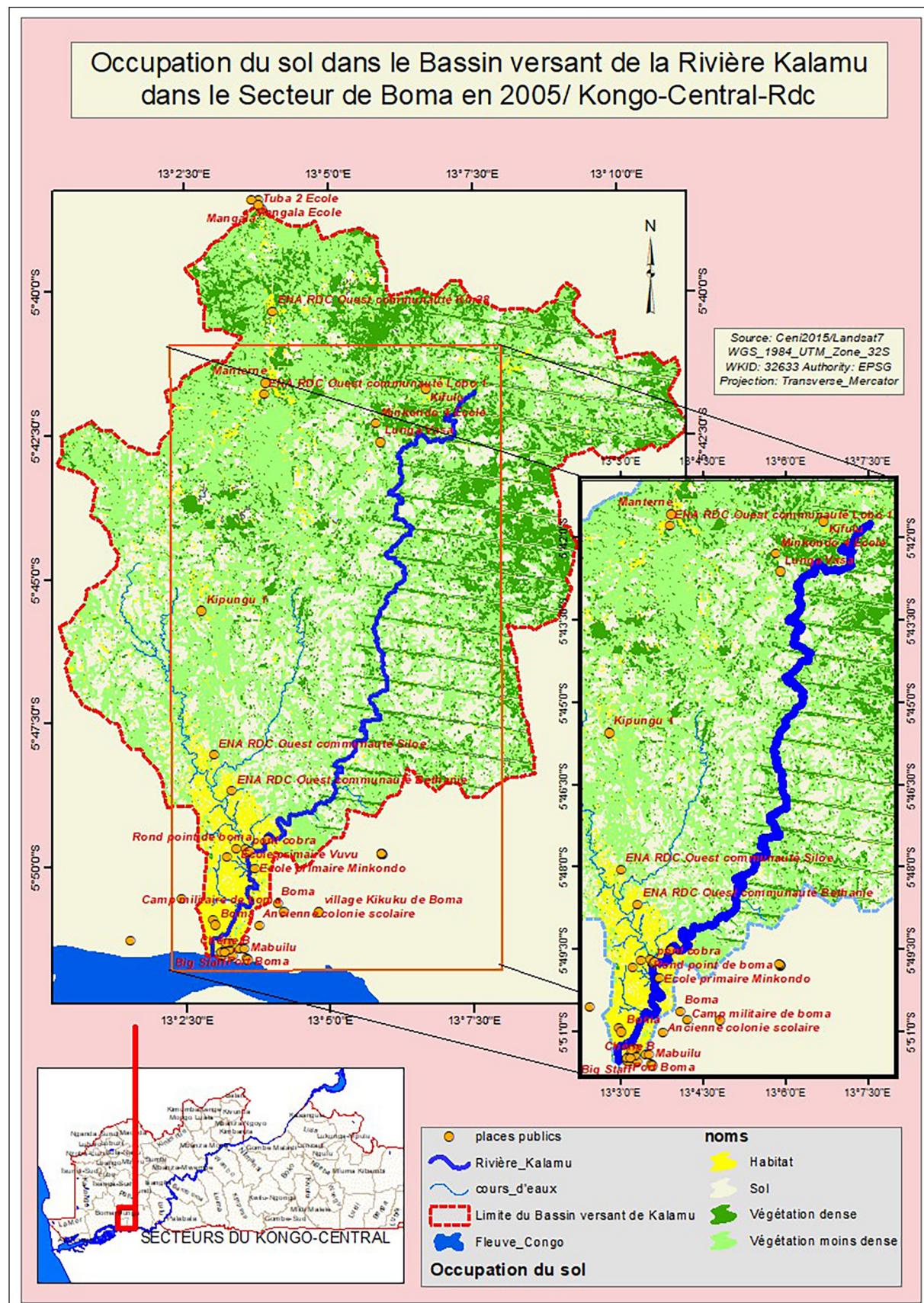
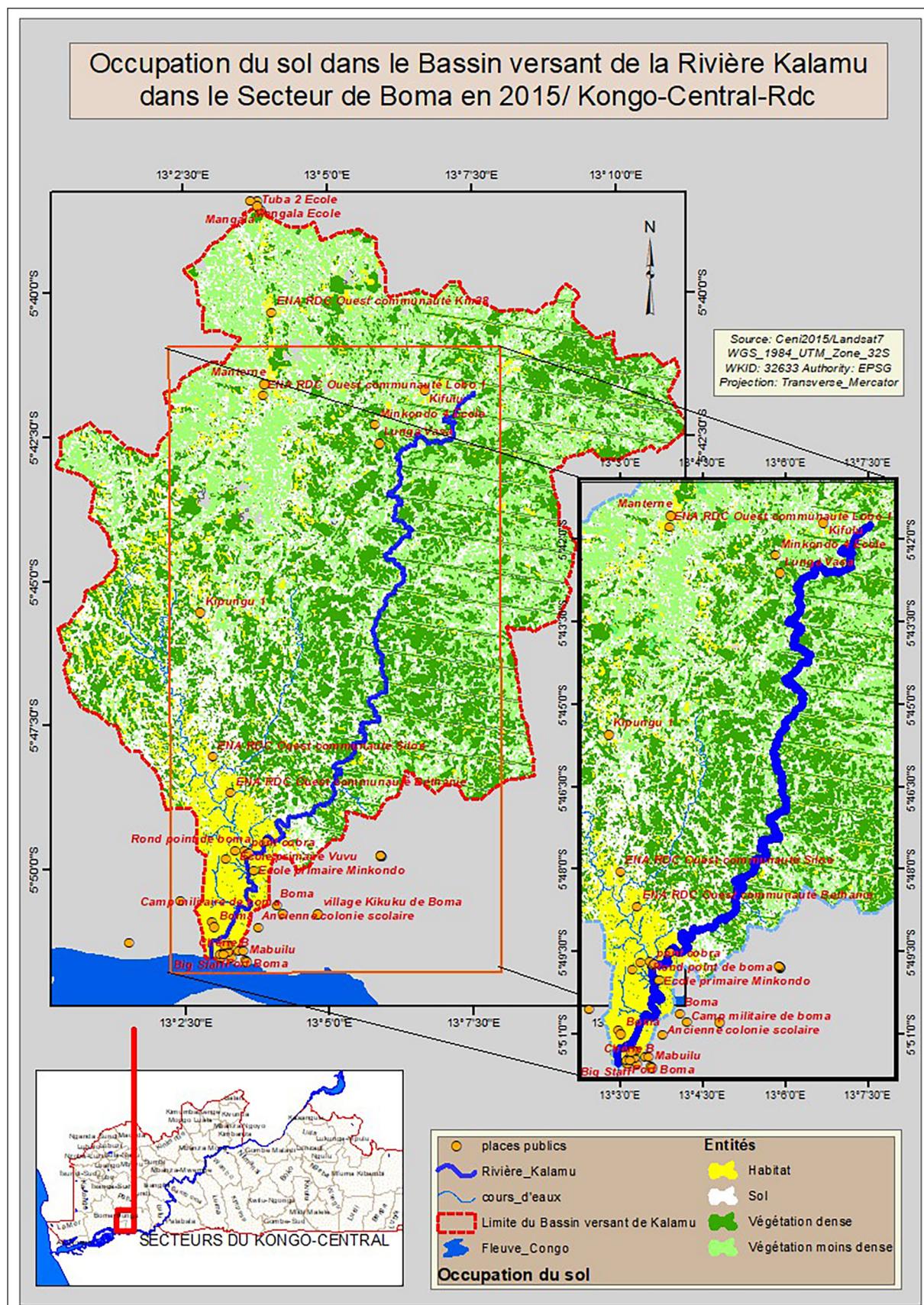


Figure 3. Occupation du sol en 2005



**Figure 4.** Occupation du sol en 2015

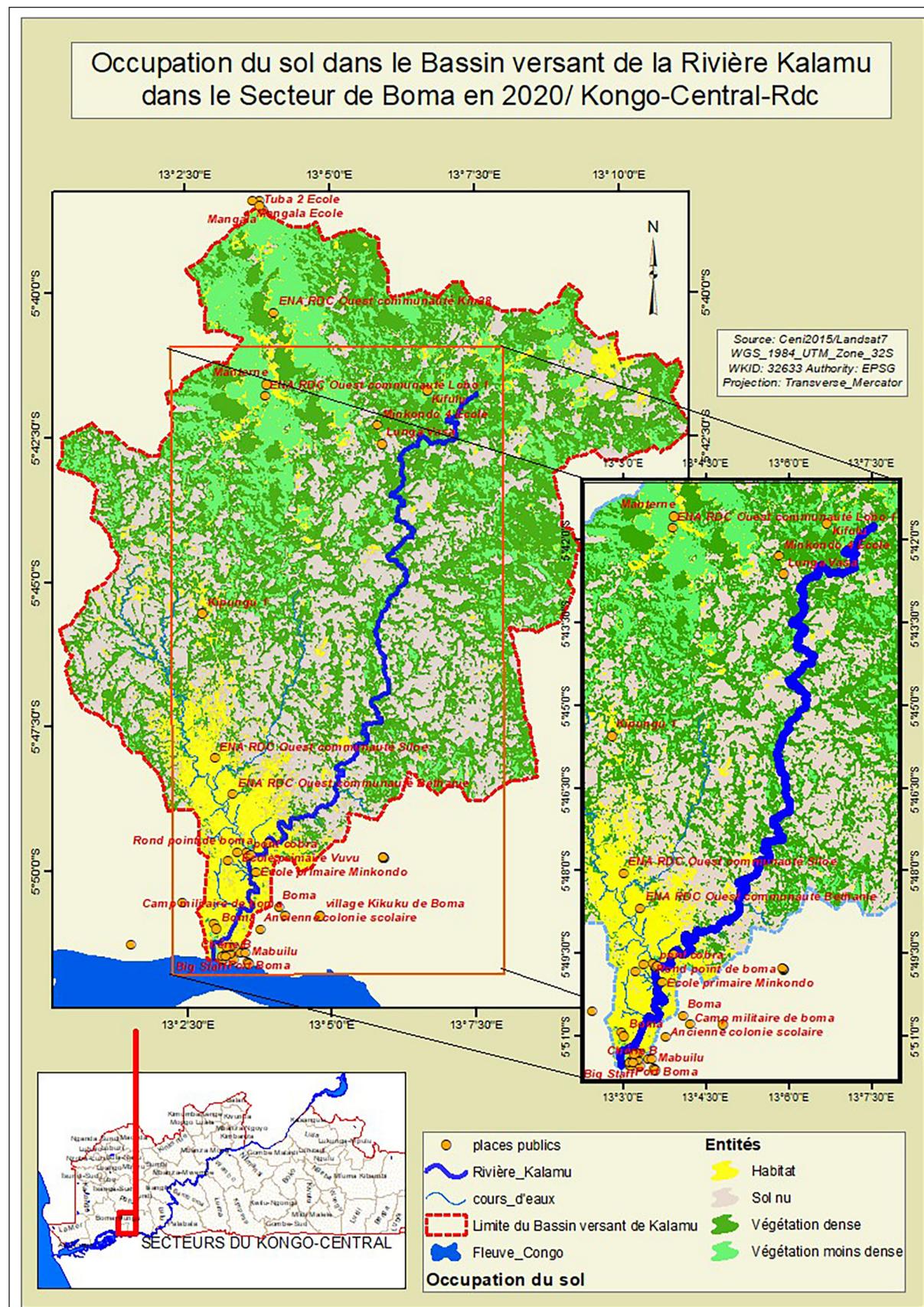
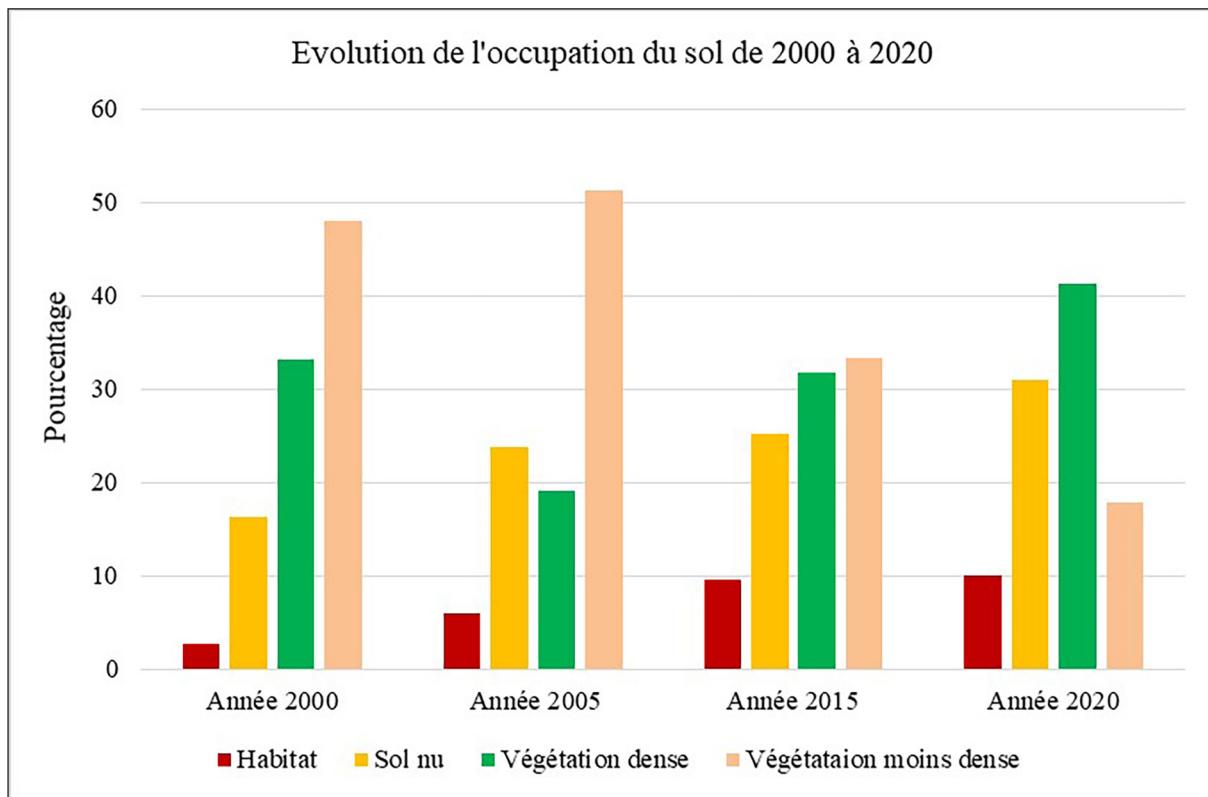


Figure 5. Occupation du sol en 2020



**Figure 6.** Évolution de l'occupation du sol de 2000 à 2020



**Figure 7.** Maraîchage le long de la rivière Kalamu à Boma

et des couvents des missionnaires ont été bâtis avec la célèbre brique rouge reconnaissable partout. Les bois et le charbon de bois utilisés pour la cuisson de briques proviennent des arbres, des bucherons qui les prélèvent dans la forêt du bassin versant (Figures 9 et 10). Cette activité est principalement

pratiquée pendant la saison sèche, pour un séchage plus facile (Figures 11 et 12). La production quotidienne manuelle à l'aide de moulles artisanales en bois oscille entre 150 et 200, tandis qu'un four à brique adobe prêt à la cuisson peut accueillir jusqu'à 10 000 briques.

## B. Discussion

Les images satellites Landsat ont permis d'évaluer l'évolution du couvert végétal dans le bassin versant de la rivière Kalamu à Boma. Les migrants successifs ont eu donc besoin de beaucoup de bois pour bâtir les habitations, souvent en désordre. Ils ont aussi besoin du bois de chauffe pour cuisiner, ainsi que de pallier les pannes fréquentes et intempestives d'électricité. Les fours à pain et à briques nécessitent beaucoup de bois prélevé dans la forêt du bassin versant. Or, il faut en moyenne 3 jours sans interruption de feux intenses pour porter les briques adobe au rouge comme on aime les voir. En fait, la cuisson des briques adobes est une activité aussi ancienne que la ville de Boma elle-même. Elle a été encore la source de construction de la quasi-totalité des logements, des écoles, des églises et des couvents des religieux et d'autres infrastructures publiques ou privées. À ce sujet, Mbumba *et al.*



**Figure 8.** Érosion des berges



**Figure 9.** Meule et fagot de bois en vente



**Figure 10.** Camion et sacs de charbon de bois vendu à Boma



Figure 11. Briques adobes mises à sécher en plein air



Figure 12. Four des briques cuites

(2020), ont calculé que la production de 1,65 sac de 45 kg par mois par stère de 67 kg de charbon de bois proviendrait d'une coupe de 119,29 m<sup>2</sup> de forêt par mois et que 98 % des ménages de Boma cuisinent au charbon de bois à l'aide des foyers artisanaux consommateurs de charbon (Mbuangi et Ntoto, 2021). Des valeurs du même ordre de grandeur sont rapportées ailleurs, comme à Kinshasa, 95 % (Bellani *et al.*, 2023), 75 % (AIE, 2006, 2010 ; Schure, 2014). Par ailleurs, l'ensemble du bois d'œuvre

vendu à Boma a été estimé en 2013, 2014, 2016 respectivement à 1484,6, 1533,16, 1399,4 m<sup>3</sup> (Tasi *et al.*, 2020). Cette déforestation concerne aussi la Réserve de biosphère de Luki (RBL). Voilà pourquoi, les expériences des fermes agroforestières ont été initiées afin de réduire la pression anthropique sur la RBL (Mbumba *et al.*, 2022). La raréfaction des services écologiques a été exprimée en langue locale. C'est nous qui avons traduit ces mots locaux en biodiversité. Il s'agit par exemple de la raréfac-

tion de Biphuatu : Chenilles diverses ; Chimbriki : Aulacode ; Mfumbua : Gnetum africanum, Buku : champignons, Le gibier (Aulacode, antilope). Ces services écologiques sont considérés comme un manque quotidien par la population (Lompi, 2023). Nous pensons que 2005 est une année où la déforestation augmente à cause de la croissance démographique. Quant à l'apparente contraction entre une population qui continue à augmenter en même temps que la forêt primaire, celle-ci n'est en fait pas apparente : il s'agit, à notre avis, des recrues de jachère qui reprennent une densité supplémentaire comportée sur les images satellites.

## CONCLUSION

L'analyse des résultats sur la déforestation et ses conséquences dans le bassin versant de la rivière Kalamu à Boma apparaît ainsi fortement fragmentée par diverses activités anthropiques. L'évaluation des pertes en sol a montré la classification des surfaces en fonction de l'importance du risque d'inondation et d'érosion des berges. Les images satellites de 24 ans analysées ont révélé une pression anthropique importante sur les unités d'occupation et d'utilisation des terres en particulier et sur les formations végétales en général. Cette dégradation est due à l'anarchie foncière, à l'urbanisme chaotique, à la croissance démographique, à la pauvreté, à l'agriculture itinérante sur brûlis, à la cuisson des briques et des aliments. Le potentiel nourricier du couvert forestier du bassin versant de la rivière Kalamu à Boma est donc menacé, car, en plus de limiter les risques d'inondation, cet écosystème fournit d'autres services écosystémiques comme la pêche. L'administration publique n'a pas les moyens financiers nécessaires pour restaurer durablement la végétation dans le bassin versant de la rivière Kalamu. Nous pensons que la réalisation d'un contrat de rivière Kalamu à Boma pourrait résoudre les multiples difficultés rencontrées dans la gestion du bassin versant de la rivière Kalamu à Boma.

## BIBLIOGRAPHIE

- Agence internationale de l'énergie. (2010). World energy outlook. Paris, France, OECD, International Energy Agency, 738 p. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2010>
- Agence internationale de l'énergie. (2006). World energy outlook. Paris, France, OECD, International Energy Agency, 601 p. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2006>
- Banque mondiale. (2020). Managing Wildfires in a Changing Climate. World Bank Policy Note. World Bank Group, PROFOR. 34 pp. (disponible aussi sur [https://www.profor.info/sites/profor.info/files/PROFOR\\_ManagingWildfires\\_2020\\_final.pdf](https://www.profor.info/sites/profor.info/files/PROFOR_ManagingWildfires_2020_final.pdf)).
- Béné A. et Fournier A. (2012). Végétation naturelle et occupation des terres au Burkina Faso (Afrique de l'Ouest). Cinq décennies de changement dans un territoire du pays sm. Regards scientifiques croisés sur le changement global et le développement, Langue, environnement, culture : Actes du Colloque international de Ouagadougou, pp.143-164, [En ligne] URL : [www.sciencesconf.org](http://www.sciencesconf.org).
- Belani Masamba J., Mpanzu Balomba P., Ngonde Nsakala H., Kinkela Savy C. (2023). État des lieux de l'utilisation des énergies de cuisson dans les ménages de Kinshasa : analyse de la substitution du bois-énergie. *Bois et Forêts des Tropiques*, 355 : 35-46. DOI : <https://doi.org/10.19182/bft2023.355.a36853>
- Commission Européenne. (2019). Stepping up EU Action to Protect and Restore the World's Forests. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European economic and social committee and the Committee of the regions, 23/07/2019, Brussels, Belgium.
- Cuypers, D., Lust A., Geerken T., Gorissen L., PeterS G., Karstensen J., Prieler S., Fisher G., Hizsnyik E. et Van Velthuizen H. (2013). The impact of EU consumption on deforestation: comprehensive analysis of the impact of EU consumption on deforestation: final report. Luxembourg : Publications Office 2013. Disponible sur : <http://dx.publications.europa.eu/10.2779/82226>.
- Dimobé K., Wala K., Batawila M., Dourma Y., Woegan A. et Akpagana K. (2012). Analyse spatiale des différentes formes de pressions anthropiques dans la réserve de faune de l'Oti-Mandouri (Togo). *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Hors-série 14, URL : <http://vertigo.revues.org/12423>. Consulté le 23 février 2016.
- FAO. (2020). Évaluation des ressources forestières mondiales 2020: Rapport principal. Rome (version française: 2021) (disponible aussi sur <https://doi.org/10.4060/ca9825fr>) et base de données FRA© 2020 <https://fra-data.fao.org/>
- FAO. (2018). La situation des forêts du monde 2018. Les forêts au service du développement durable. Rome. (disponible aussi sur <http://www.fao.org/3/I9535FR/i9535fr.pdf>).
- FAO. (2016). Situation des forêts du monde 2016: Forêts et agriculture: défis et possibilités concernant l'utilisation des terres. Rome. (disponible aussi sur [http://www.fao.org/3/i5588f\\_i5588f.pdf](http://www.fao.org/3/i5588f_i5588f.pdf)).
- FAO et PNUE. (2020). La situation des forêts du monde 2020. Forêts, biodiversité et activité humaine. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca8642fr> (disponible aussi sur <http://www.fao.org/documents/card/fr/c/ca8642fr>).

- Fournier A. et Yaméogo U. (2007). Pourquoi et comment utiliser le feu comme outil de gestion en savane. in. CORUS 2 L'homme dans son environnement, 6 p.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2019). Rapport spécial sur le changement climatique, la désertification, la dégradation des sols, la gestion durable des terres, la sécurité alimentaire et les flux de gaz à effet de serre dans les écosystèmes terrestres, approuvé lors de la 50e session plénière du GIEC (Genève, 2-6 août 2019).
- Jean-Paul Tasi M., Jacques Ngoma N., Michel Opele O., Brunhel Vambi N., Placide Mananga M., Prince Baraka L., Steve Matwo L., Papy-Claude Bolaluembe B. (2020). Commercialisation du bois d'œuvre provenant du Mayombe à Boma et à Kinza-Mvute dans le Kongo central en République Démocratique du Congo ». *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture* ; 3(3), pp. 46-53.
- Kaboré O. (2013). Dynamique de l'utilisation des terres dans les écosystèmes de savane et systèmes agraires du bassin versant de la Kompienga (Burkina Faso). *Thèse de Géographie, Université de Ouagadougou*, 281 p.
- Kisangala Muke M., Kamosi Zola B., et Kafuti Sedeki. (2019). Evaluation de l'état de la Déforestation de la Forêt du Mayombe par Télédétection de 1990 à 2015 (Province du Kongo Central -R.D. Congo). *ACASTI and CEDESURK Online Journal*, 7 (2), pp. 102-107.
- Lonpi Tipi E., Sambieni K. R., Khasa Damase P., Bogaert J., Kasali J. L. Huart A., Konda K. M. A. Malaisse F. (2023). Les chenilles consommées dans la région de la réserve de biosphère de Luki en République démocratique du Congo : acteurs, connaissances locales et pressions ». *Bois et Forêts des Tropiques*, 355 : 21-34. Doi : <https://doi.org/10.19182/bft2023.355.a36785>
- Mbuangi Lusuadi M. et Ntoto Mvubu R. (2021). La consommation du charbon de bois dans la ville de Boma (RDCongo) : enjeux socioéconomiques et écologiques. *Journal International Sciences et Technique de l'Eau et de l'Environnement*, VI (1), pp. 52-61.
- Mbumba Bandi M., Mafukambe Mpie P., Ntoto Mvubu R., Khasa Damase P. et Bitijula Mahimba M. (2022). Performances techniques et économiques des fermes agroforestières dans la contrée de la Réserve de Biosphère de Luki en République Démocratique du Congo. *Afrique, SCIENCE*, 21 (1), pp. 171-182.
- Michel Mbumba Bandi, Martin Bitijula Mahimba, Jean de Dieu Minengu, Damase P. Khasa, Paul Mafuka Mbe-Mpi. (2020). Opportunités et défis de l'agroforesterie dans et en périphérie de la Réserve de Biosphère de Luki au Kongo central en République Démocratique du Congo. *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture*. 3(1), pp. 23-31.
- Ozer P., Hountondji Y.C., Niang A. J., Karimoune Laminou S., Manzo O. et Salmon M. (2010). Désertification au sahel : historique et perspectives. *Bull. Soc. Géogr. Liège*, 54, pp. 69-84.
- Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). (2020). Vers une utilisation durable des terres: Aligner les politiques en matière de biodiversité, de climat et d'alimentation. Paris, OCDE. (disponible aussi sur [https://www.oecd-ilibrary.org/environment/versune-utilisation-durable-des-terres\\_9a64358a-fr](https://www.oecd-ilibrary.org/environment/versune-utilisation-durable-des-terres_9a64358a-fr)).
- Pauline Gillet, Cédric Vermeulen, Laurène Feintrenie, Hélène Dessard, Claude Garcia. (2016). Quelles sont les causes de la déforestation dans le bassin du Congo ? Synthèse bibliographique et études de cas, *PoPuPS*, Volume 20 (2016) Numéro 2, pp. 1-9.
- Samibiéni K. R., Toyi M. S. et Mama A. (2015). Perception paysanne sur la fragmentation du paysage de la Forêt classée de l'Ouémé Supérieur au nord du Bénin. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 15 Numéro 2, URL : <http://vertigo.revues.org/16477>. Consulté le 22 février 2016.
- Tritsch I., Le Tourneau F-M. (2014). Dynamiques de peuplement et déforestation en Amazonie brésilienne entre 2000 et 2010 : un regard basé sur les données statistiques et spatiales brésiliennes. Actes du colloque international Environnement et Géomatique : approches comparées France-Brésil. Dubreuil V., De Mello-Théry N. (eds.), Actes du colloque, 12-15 Nov. 2014, Université Rennes 2, Rennes, France. 502 p. En ligne : [http://envibras2014.sciencesconf.org/conference/envibras2014/eda\\_fr.pdf](http://envibras2014.sciencesconf.org/conference/envibras2014/eda_fr.pdf)
- Vuni Simbu A. (2023). Diagnostic et perspectives d'aménagement fluvial de la rivière Kalamu à Boma en vue d'un contrat de rivière, Mémoire de master, RDC, Université de Kinshasa, Mention Géosciences, 90 p.
- Vuni Simbu A., Aloni Komanda J., Lelo Nzuzi F. et Nzau Umba-di-Mbudi C. (2020). Kalamu à Boma, une rivière agressée : Diagnostic en vue d'un contrat de rivière. *Bulletin du Centre de Recherches Géologiques et Minières, Numéro Cumulatif, XIII* (décembre), pp. 195-213.
- Vuni Simbu A., Pangu Sanghy S., Puela Puela F., Lelo Nzuzi F., Koy Kasongo R., Malaisse F., Aloni Komanda J. et Nzau Umba-di-Mbudi C. (2022). Eléments d'appréciation d'un bassin versant en vue d'un contrat de rivière : Cas de la rivière Kalamu à Boma (Kongo Central, R.D. Congo). *Geo-Eco-Trop*, 46 (1), pp. 43-62.
- Vuni Simbu A., Kisangala Muke M., Puela Puela F., Lelo Nzuzi F., Koy Kasongo R., Malaisse F., Aloni Komanda J. et Nzau Umba -di-Mbudi C. (2023). Contrat de rivière et résilience de la population face à la mauvaise gestion de l'environnement et aux risques des inondations dans le bassin versant de la Kalamu à Boma (Kongo central, R.D. Congo). *Geo-Eco-Trop*, 46 (2), pp. 203-216.
- Wanga, M., Musibono, E., Mpiana, T., Mafuana, F., Kiza, J., & Diana. (2015). Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux de la rivière Kalamu

14 Alexis VUNI SIMBU, Fidel PUELA PUELA, Modeste KISANGALA MUKE, Francis LELO NZUZI,  
Mabu MASIALA BODE, Jules ALONI KOMANDA, Clément NZAU UMBA-di-MBUDI

de Boma, R.D. Congo. *Congo Sciences Journal en Ligne de l'ACASTI et du CEDESURK ACASTI and CEDESURK Online Journal* ISSN: 2410-4299, an International Journal, Volume 3 | Numero 1 | March 2015, 56-57 p.  
Wanga, M., Musibono, E., Mpiana, T., Mafuana, F., Kiza, J., & Diana. (2014). Etat microbiologique de eaux de la rivière Kalamu de Boma et son influence sur la santé de la population. *Congo Sciences*, 2(1, March 2014): 14-20 p.

**Coordonnées des auteurs :**

Alexis VUNI SIMBU  
Doctorant  
Université de Kinshasa  
Faculté des Sciences et Technologies  
[vunitresor@gmail.com](mailto:vunitresor@gmail.com)

Fidel PUELA PUELA  
Doctorant  
Université de Kinshasa  
Faculté des Sciences et Technologies  
[ffpuela1@gmail.com](mailto:ffpuela1@gmail.com)

Modeste KISANGALA MUKE  
Professeur Full  
Université de Kinshasa  
Faculté des Sciences et Technologies  
[modestekis@gmail.com](mailto:modestekis@gmail.com)

Francis LELO NZUZI  
Professeur ordinaire  
Université de Kinshasa  
Faculté des Sciences et Technologies  
[lelonzuzi@yahoo.fr](mailto:lelonzuzi@yahoo.fr)

Mabu MASIALA BODE  
Professeur associé  
Université de Kinshasa  
Faculté des Sciences Agronomiques et  
Environnement  
[Mabu.masiala@unikin.ac.cd](mailto:Mabu.masiala@unikin.ac.cd)

Jules ALONI KOMANDA  
Professeur émérite  
Université de Kinshasa  
Faculté des Sciences et Technologies  
[alonikomanda@gmail.com](mailto:alonikomanda@gmail.com)

Clément NZAU UMBA-di-MBUDI  
Professeur Full  
Université de Kinshasa  
Faculté des Sciences et Technologies  
[clement.mbudi@unikin.ac.cd](mailto:clement.mbudi@unikin.ac.cd)