

*Evaluation De La Déforestation Et De Dégradation Du Couvert
Forestier De La Wamba Dans Le Territoire De Kenge En
République Démocratique Du Congo*

*[Assessment Of Deforestation And Forest Cover Degradation In
The Wamba Region, Kenge Territory, Democratic Republic Of
Congo]*

NZUNDU MBATI Augustin¹, NSIELOLO KITOKO Ruffin^{1,2&3}, IDRISSE ASSUMANI ZABO^{1&3},
ANGOBOY ILONDEA Bhély¹, MANANGA NGOMA Faustin Frédéric⁴, MBWANGA BAYEKULA
Jérémy⁵, MATSANGA KIBADI Sylvie⁶, BUNGA LUZAYA André⁷. MATANDA KAFUNDA
Maurice⁸

- ^{1.} Université Pédagogique Nationale, École de Télécommunication et de Télédétection Spatiale, Département des Eaux et Forêts (UPN/ETS), B.P.8815/Kinshasa-Ngaliema, RD Congo ;
- ^{2.} Université du Kwango, Faculté des Sciences Agronomiques et Environnement, BP 41 KIN 1, République Démocratique du Congo ;
- ^{3.} Université Pédagogique Nationale, Faculté des Sciences et Technologies, Département de Biologie, B.P.8815/Kinshasa-Ngaliema, RD Congo ;
- ^{4.} Université de Boma (UNIBO), République Démocratique du Congo, BP : 132 Ville de Boma, République Démocratique du Congo.
- ^{5.} Université Pédagogique Nationale, École de Télécommunication et de Télédétection Spatiale, Département des Eaux et Forêts (UPN/ETS), B.P.8815/Kinshasa-Ngaliema, RD Congo.
- ^{6.} Université Pédagogique Nationale, École de Télécommunication et de Télédétection Spatiale, Département Contrôle et Qualité de l'Environnement (UPN/ETS), B.P.8815/Kinshasa-Ngaliema, RD Congo.
- ^{7.} Institut Supérieur de Développement de Luhozi (ISDR), BP : 17/ LUHOZI
- ^{8.} Ministère de l'Environnement, Développement Durable et Nouvelle Economie du Climat (MEDD-NEC), Direction des Inventaires et Aménagements Forestiers, B.P. 12.348 KIN 1

Auteur correspondant : NZUNDU MBATI Augustin, augustinnzundu0@gmail.com

Tél. : +243 817956414



Résumé : Cette étude vise à évaluer la déforestation et la dégradation de la couverture forestière de la forêt de Wamba dans le territoire de Kenge en République Démocratique du Congo, afin d'établir la cartographie, pour identifier leurs moteurs et d'analyser les changements de l'évolution du couvert végétal. Les analyses temporelles ont basé sur les images Landsat 7 et Sentinel 1-2 s'appuyant sur la classification supervisée et la validation des données de terrain.

Une série de cartes de 2000 à 2020 soit 20 ans de changement et un rapport quantifiant les taux de perte de forêt, permettent d'atteindre cet objectif. La zone de notre étude couvre 9980.3 hectares, en raison de gain de temps et financiers, cette étendue a été maintenu à 8052 hectares pour surveiller l'évolution de la couverture forestière, ce qui représente les 100% de la proportion totale de notre champ. 5 classes (savane, savane boisée, forêt anthropisée, forêt secondaire et forêt dense) ont été suivies.

Les résultats montrent que couverture forestière en 2005 avait une superficie totale de 7971,3 ha contrairement en 2000 où la couverture forestière couvrirait 8052 ha, le taux de déforestation de chacune de classe, la couverture végétale est réduite de 80,6 ha, soit une perte de 1% avec une superficie de 7971,3 ha contrairement à la superficie de départ en 2000 avec 8052 ha.

En 2010, on observe que cette couverture forestière aurait diminué en 10 ans de 124 ha soit une perte 1,58% de forêt perdue, En 2015, et 2020, il s'est observé une diminution de 124 ha soit 1,58 % avec une couverture initiale de 7702,9 ha ; et, en 2020, la couverture forestière de ladite forêt perd 510,5 ha de la superficie initiale de 7541,4 ha soit 6,3 % de forêts perdues.

Il ressort de ces résultats que les activités humaines sont donc malheureusement à l'origine de la dégradation de cette forêt, et, déstructurant la configuration des paysages végétaux, menacent la survie de la diversité biologique.

Mots clés : Evaluation, déforestation, Dégradation, Couverture Forestière, Wamba, Kenge

Abstract: This study aims to assess deforestation and forest cover degradation in the Wamba forest within the Kenge territory of the Democratic Republic of Congo. The goal is to map the deforestation, identify the drivers of these changes, and analyze the evolution of vegetation cover. Temporal analyses were based on Landsat 7 and Sentinel 1-2 imagery, supported by supervised classification and validation of field data. A series of maps spanning 2000 to 2020, representing 20 years of change, and a report quantifying forest loss rates, enable us to achieve this objective. The study area covers 9,980.3 hectares. Due to time and budget constraints, this area was reduced to 8,052 hectares to monitor changes in forest cover, representing 100% of the total area of our field. Five classes (savanna, wooded savanna, human-modified forest, secondary forest, and dense forest) were monitored. The results show that forest cover in 2005 had a total area of 7971.3 ha, compared to 8052 ha in 2000. The deforestation rate for each class of vegetation cover was reduced by 80.6 ha, representing a loss of 1%, with the area now at 7971.3 ha compared to the initial area of 8052 ha in 2000. In 2010, it was observed that this forest cover had decreased by 124 ha over 10 years, representing a loss of 1.58%. In 2015 and 2020, a further decrease of 124 ha, or 1.58%, was observed, with an initial cover of 7702.9 ha. And, in 2020, the forest cover of this forest decreased by 510.5 hectares from its initial area of 7,541.4 hectares, representing a loss of 6.3% of the forest.

These results clearly demonstrate that human activities are unfortunately the cause of this forest degradation and, by disrupting the vegetation patterns, threaten the survival of biodiversity.

Key Word: Assessment, deforestation, degradation, forest cover, Wamba, Kenge.

Introduction

Avec une perte annuelle nette de superficie forestière estimée à 5,3 millions d'hectares, correspondant à 0,78 % de la superficie forestière mondiale, l'Afrique est le continent le plus affecté actuellement par la crise environnementale liée à la déforestation et à la dégradation forestière [1], [2], [3].

Au niveau régional du bassin du Congo, la République Démocratique du Congo (RDC) n'est pas exemptée de cette crise environnementale. En effet, les statistiques indiquent un taux de déforestation qui ne cesse de s'accroître, passant de 1,09 % entre les années 2000 et 2005 à 1,25 % entre les années 2005 et 2010 [4], [5].

La déforestation, phénomène mondial d'ampleur notable, rapide et en accélération, provoque la disparition de bon nombre d'espèces végétales et animales de grande valeur scientifique et économique et, par la dégradation, la fragilisation des écosystèmes [6].

Les forêts tropicales couvrent 7 à 10% de la surface terrestre, stockent 40 à 50% de l'ensemble du carbone de la végétation terrestre et traitent annuellement environ six fois plus de carbone via la photosynthèse et la respiration que les humains émettent lors de l'utilisation de combustibles fossiles [7], [8], [9].

La déforestation tropicale, principalement liée à la pression anthropique, modifie les cycles biogéochimiques et la biodiversité, représentant une cause majeure du changement climatique [10], [11].

L'Afrique centrale qui abrite la deuxième plus grande étendue de forêt tropicale humide au monde, les données optiques comme les données Landsat de 30 m de résolution ont permis à certains auteurs d'estimer un taux annuel de déforestation dans le bassin du Congo à 0,13 % sur la surface totale pour la période 1990-2000, taux ayant doublé pour la période 2000-2005 [12], [13].

2. Matériel et Méthodes

2.1 Milieu d'étude

Administrativement, Kenge comme territoire (Figure 1) est limité : à l'ouest par la ville-province de Kinshasa, et le territoire de Popokabaka ; – au nord par les provinces de Mai-Ndombe et du Kwilu, à l'est par les provinces du Kwilu (ou la rivière Tsya autrement appelée Inzia), au sud par le territoire de Kasongo lunda et Popokabaka, au Nord par le territoire de Bagata [14]. Le territoire Kenge qui fait l'objet de notre étude compte cinq secteurs : Bukanga lonzo, Dinga, Kolokoso, Mosamba et Pelende Nord où est localisée la forêt de Wamba.

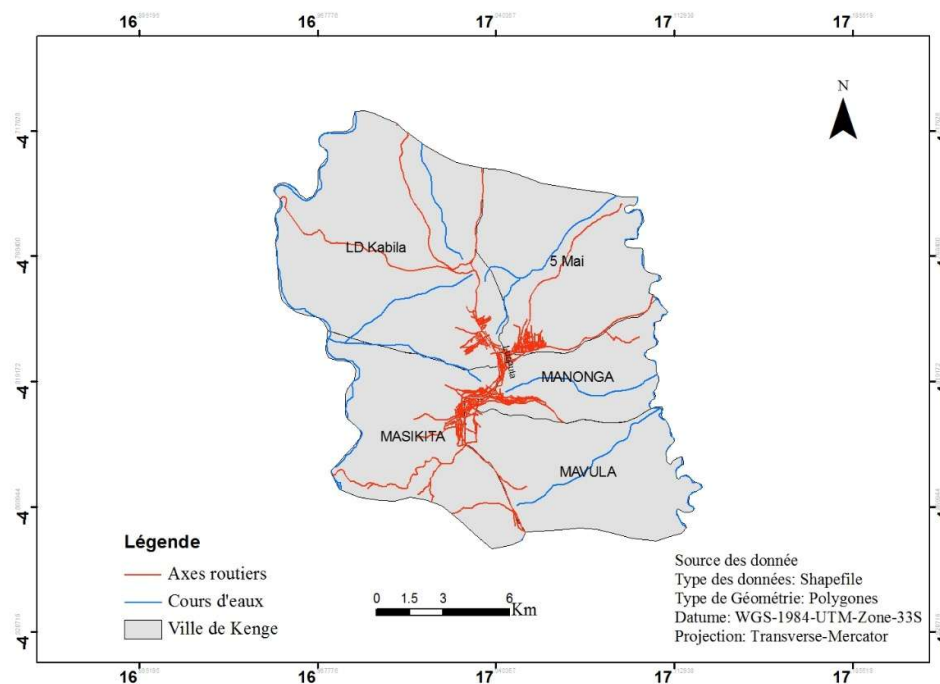


Figure 1 : Carte de la ville de Kenge

2.2. Kenge comme ville

Kenge comme ville, est le chef - lieu de la province du Kwango en RDC. Elle est située à 275 km de Kinshasa, la capitale de la RDC, sur la route nationale n°1. Cette ville couvre une superficie de 2.130 km² [15]. D'après la classification de KÖPPEN, la ville de Kenge est située dans la zone de climat tropical humide de type Aw3. L'altitude est de 400 m, la latitude est de 4°55' Sud et la longitude égale à 17°4' Est. Elle est limitée au nord par une ligne de démarcation longeant la rivière Bakali, légèrement au

nord de la localité de Kitsinga, jusqu'à la rivière Wamba. Au Sud par une ligne partant de Kenge II, de la rivière Wamba en passant au Sud de Sadiba, les localités Kiwawa, Kayombo et Kitsinga I jusqu'à la rivière Wamba. A l'Est, par la rivière Bakali, en amont du petit séminaire de Katende, jusqu'à son confluent avec la rivière Katamwambo. A l'Ouest par la rivière Wamba suivant une ligne, jusqu'à sa confluence avec la rivière Misele au Sud de Sadiba. [16]; [17]. La Ville de Kenge est composée des 5 communes (Fig.2) dont : Mavula, Masikita, 5 Mai Manonga et Laurent Désiré Kabila où est effectué notre étude, [18].

3. Collecte des données

Pour réaliser cette étude, et compte tenu de l'absence des données cartographiques passées couvrant la zone d'étude, le choix de l'imagerie satellite Landsat a été opéré. Elle offre l'avantage d'être gratuite et multi temporelle. Elle constitue ainsi un idéal pour l'analyse des changements de couverture forestière, trois scènes satellitaires ont été téléchargées pour chaque période retenue (quatre scènes pour l'année 2000 car les trois scènes ne couvraient pas l'ensemble de la zone d'étude). Les scènes ont été choisies en saison sèche où la couverture nuageuse est moindre. Il s'agit des images ayant subi des corrections géométriques (géo-référencement, corrections des distorsions), L'appareil GPS Garmin 64s a servi à la collecte des points sur le terrain pour représenter chaque classe de couverture forestière et la classification des images enfin de valider les résultats.

Pour parvenir à la classification thématique des images satellitaires, ces dernières ont dans un premier temps subi les étapes suivantes :

- Prétraitements : constitués d'opérations visant à améliorer leurs aspects radiométrique et géométrique pour en extraire des informations significatives. Il s'agit du mosaïquage des différentes scènes pour chaque date retenue et de la combinaison des bandes dans le but d'obtenir une seule image multispectrale.
- Traitement et analyse d'images : classification supervisé (Random forest, SVM) et algorithmes de détection de changement pour différencier déforestation (changement de classe) et dégradation (baisse de densité). Ainsi que l'analyse de la dégradation : utilisation d'indice de végétation (NDVI, EVI) ou de modélisation de la structure forestière (LIDAR) pour détecter la dégradation forestière.
- Validation et Précision : vérification des résultats via de données de référence (échantillonnage terrain ou imagerie à très haute résolution type Google Earth) et analyse de la matrice de confusion.
- Analyse des moteurs : Analyse spatiale croisée entre les cartes de déforestation et des données sur les infrastructures (routes), et les données socio-économiques.

Pour cartographier les pertes, identifier leurs moteurs, et évaluer leur impact environnemental, les paramètres qui nous permettrons de réaliser notre objectif sont les suivants :

1. Les superficies forestières perdues (déforestation) et dégradées (perte de biomasse et de la structure, entre 2000 et 2020 ;
2. Les cartes annuelles ou pluriannuelles identifiant les points chauds (hotspots) de déforestation.
3. L'identification des causes directes (agriculture, feux de brousse) et indirectes de la dégradation.

4. Résultats

4.1. Etat de la couverture forestière en 2000

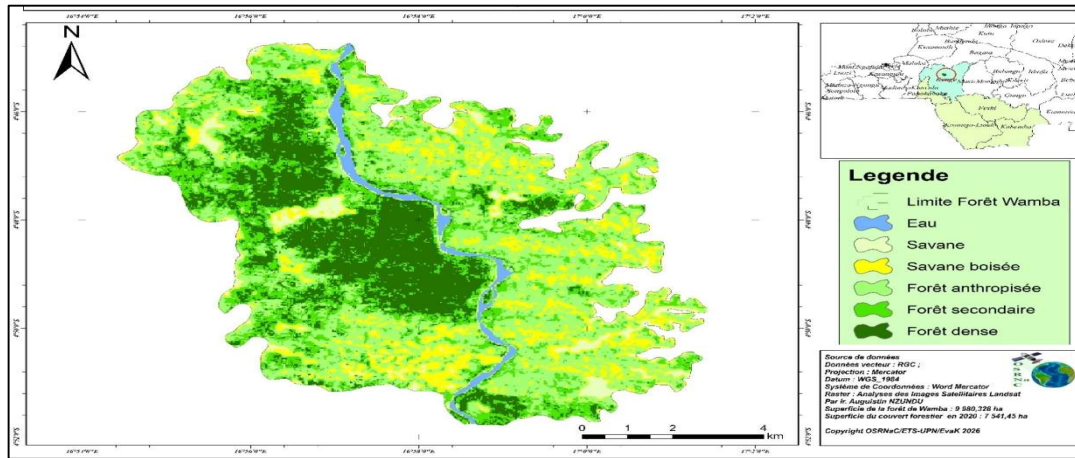


Figure 2 : Etat de la couverture forestière de la Wamba en 2000 ans

Il ressort de cette figure 2 que la surveillance du couvert végétal en 2000 a fait l'objet de 5 classes, excepter celle de l'eau que nous n'avons pas suivi avec sérénité, parmi ces classes on note: la classe de savane, savane boisée, forêt anthropisée ou forêt qui a fait l'objet de toute activité humaine, forêt secondaire, et forêt dense. L'année 2000 étant notre période de départ, nous présentons dans la figure suivante les modifications observées entre deux périodes, c'est-à-dire qu'entre 2000 et 2005.

4.2. Evolution de la couverture forestière en 2005

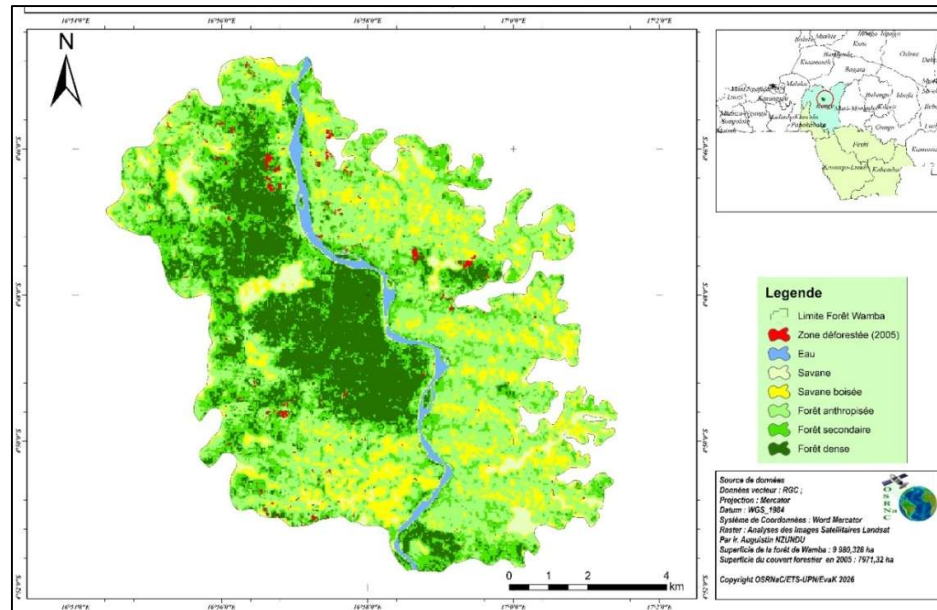


Figure 3 : Couverture végétale de la Wamba en 2005

La figure 3 ci-dessus explique la situation du couvert forestier en 2005 avec une superficie totale de 7971,32 ha contrairement en 2000 où la couverture forestière couvrait 8052 ha, cette figure reprend les six (6) classes comme nous l'avons présenté dans le Figure 2, lesquelles ont été maintenues à la première année de notre observation, la carte de 2005 présente le taux de déforestation de chacune de classe. Il est constaté qu'en 2005, la couverture végétale est réduite de 80,68 ha de forêts perdue soit 1% avec une superficie de 7971,32 ha contrairement à la superficie de départ en 2000 avec 8052 ha. Cela est dit en raison des activités qui ont été effectuées en cet intervalle de temps, sur cette étendue forestière c'est-à-dire entre 2000 et 2005. La carte ci-haut explique l'état de la couverture forestière de la Wamba en 2010. Il s'observe que la couverture forestière de la Wamba aurait diminué en 10 ans de 124 ha soit 1,58% de forêt perdue, entre 2000, 2005 et 2010.

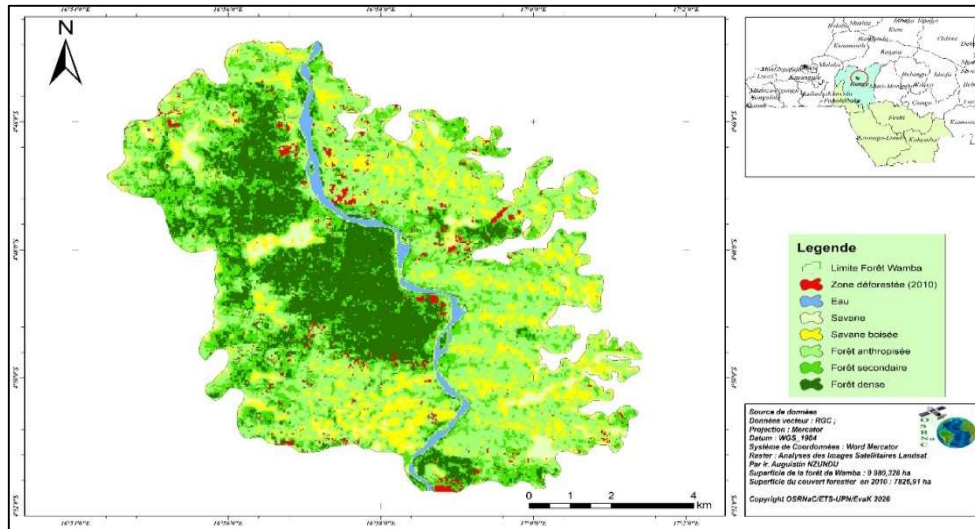


Figure 4 : Couverture forestière de la Wamba en 2010

4.3. Etat du couvert forestier de la wamba en 2015

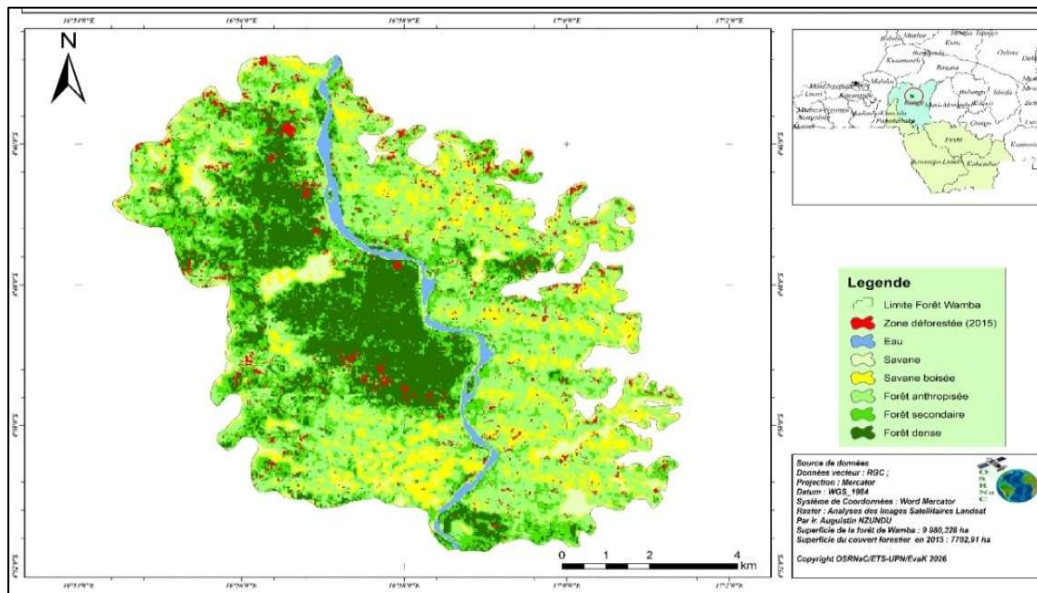


Figure 5 : Couverture forestière de la Wamba en 2015

La figure 5 ci-haut explique l'évolution de la couverture végétale de la Wamba entre 2010 et 2015. La superficie totale de la forêt étant de 7826,91 ha en 2010, il s'est observé une diminution de 124 ha soit 1,58 % en 2015 avec une couverture initiale de 7702,91 ha. Cette situation montre que la couverture forestière se dégrade de plus en plus dans cette forêt.

4.4. Etat de la couverture forestière de la Wamba en 2020

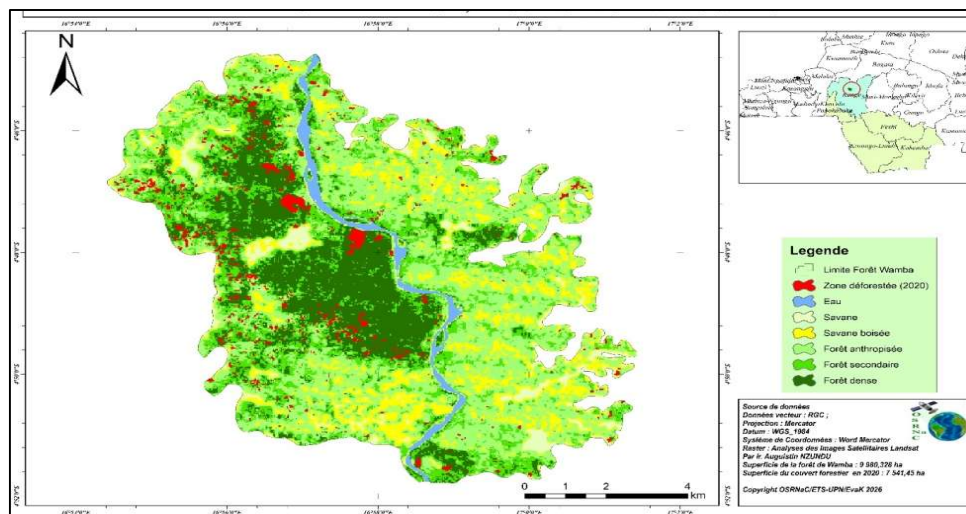


Fig. 7. Carte de la couverture forestière de la Wamba en 2020.

Il ressort de cette figure 6 que la couverture forestière de la Wamba en 2020 s'est diminuée de 510,55 ha de la superficie initiale de 7541,45 ha soit 6,34 % de forêts perdues contre 161,46 ha perdus en 2015 soit, 2,09 %.

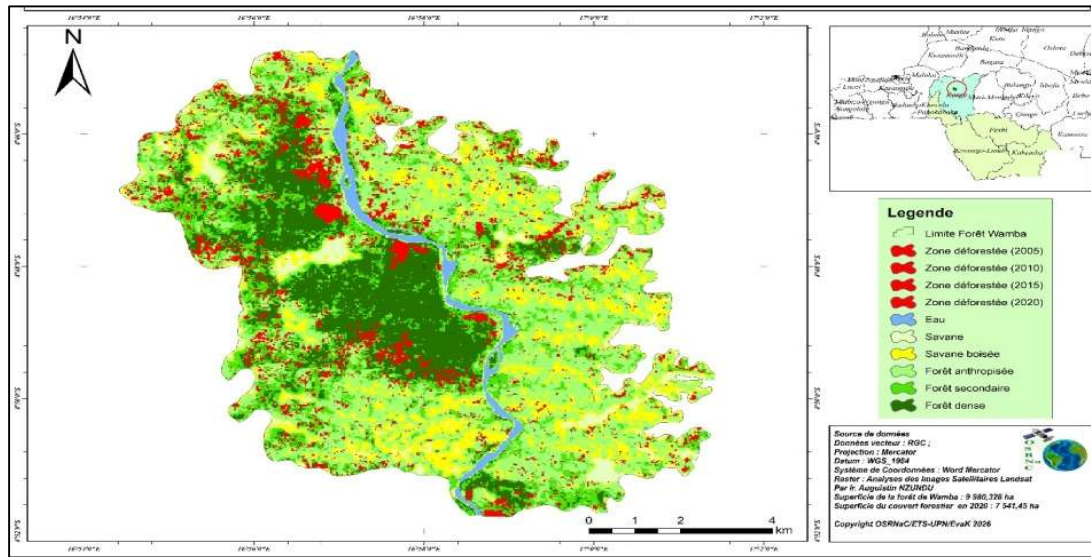


Figure 8 : Couverture forestière de la Wamba de 2000 à 2020

Il ressort de cette figure 8 que la couverture forestière de la Wamba a diminué de 510, 55 ha soit 6,34 % des forêts perdues en 20 ans de 2000 à 2020.

Tableau 1 : Evolution de la couverture forestière par classe/ha

Classes	2000	2005	2010	2015	2020
Savane	415,1	446,3	470,8	653,6	993
Savane boisé	1423,7	1473,8	1625	1602,2	1670,7
Forêt Athropisée	3859	3818,9	3834,6	3787,6	3686,4
Forêt Secondaire	2142	2111,7	1999,5	1984,9	1882,6
Forêt Dense	2051,5	2040,5	1951,4	1853,1	1648,6

Le tableau 1 ci-dessus explique la dynamique forestière de chacune de classe retenue en hectare par an. Ces résultats expliquent l'évolution de la couverture de chaque classe de 2000 à 2020. Il ressort de ces résultats que la forêt a subi beaucoup de pressions avec effet de déforestation constatée, une perte du couvert de 3686,4 ha, suivi de la forêt secondaire avec 1882,6 ha en 20 ans.

Tableau 2 : Présentation chiffrée de l'évolution du couvert forestier de 2000 à 2005

N°	Année	Superficie totale en ha	Superficie Perdue en ha	Pourcentage
01	2000	8052	0	0 %
02	2005	7971.32	80, 68	1 %
Total	5 ans	7971.32	80, 68	1%

Le tableau 2 ci-dessus explique qu'en 2000, la couverture forestière de la zone d'étude avait la superficie de 8052 ha en 2000, en 2005 il s'est observé une réduction de 80, 68 ha soit un total du couvert déforesté. Ces résultats montrent qu'il y a eu un changement en 5ans.

4.5. Evolution combinée de la couverture forestière

Tableau 4 : Dynamique de l'état de forêt par an en ha

Forêt	Année
8052,6992	2000
7971,32	2005
7826,9072	2010
7702,9568	2015
7541,4528	2020

Le tableau 4 ci-haut présente la somme totale d'évolution de la couverture forestière de la Wamba en ha par année de 2000 à 2020.

4.6. Situation évolutive de la couverture forestière de la wamba

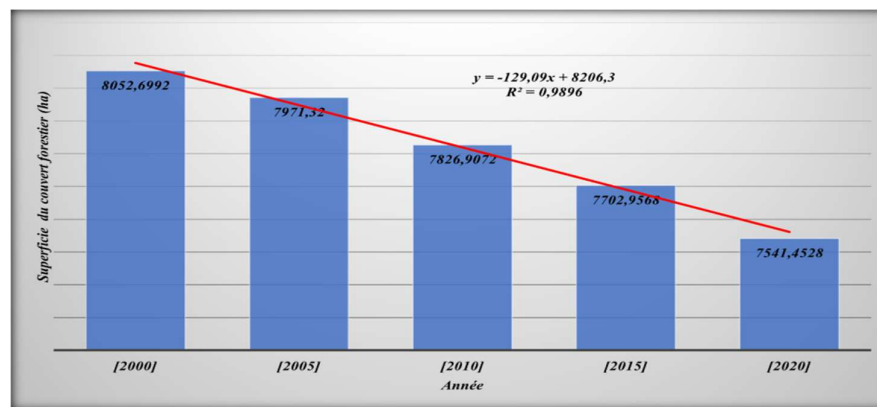


Figure 9 : Dynamique du couvert végétal de la forêt de Wamba

La figure 9 ci-dessus présente l'évolution de la forêt de 2000 à 2020. Il est à noter qu'en 2000, la proportion totale de la couverture forestière était d'une superficie de 8052,6 ha ce qui représente les 100% de l'étendue de départ, contrairement en 2005 où, nous constatons qu'il reste 7971,3 ha avec une perte de 81,3 ha (1,01%) des forêts en cinq dernières années, c'est-à-dire entre 2000 à 2005. En 2010, on a enregistré une superficie de 144,4 ha des forêts perdues, ce qui représente 1,81% de la couverture perdue en raison d'une forte exploitation due aux activités anthropiques. En 2015, la superficie a rabaisé de nouveau de 7702,9 ha soit 123,9 ha des forêts perdues, ce qui représente 1,5% de la couverture végétale perdue entre 2010 et 2015. En raison d'une forte demande en besoins humains, il est constaté que l'état de la couverture forestière en 2020 est arrivé à se dégrader de plus en plus avec 7541,4 ha soit 161,504 ha perdus représentant 2% de couverture disparue. Cette situation nécessite l'intérêt d'une exploitation rationnelle et durable de cette forêt, en mettant en place la politique de conservation et d'exploitation des ressources forestières.

5. Discussion

L'étude sur les moteurs de la déforestation et la dégradation forestière via imagerie satellitale a déjà été abordée par plusieurs [1], [2], signalent que l'Afrique est le continent le plus affecté actuellement par la crise environnementale liée à la déforestation et à la dégradation forestière avec une perte annuelle nette de la superficie forestière estimée à 5,3 millions d'hectares, correspondant à 0,78 % de la superficie forestière mondiale. Par rapport à notre étude, les résultats révèlent que cette forêt perd une superficie de

510,5 ha soit 6,34 %, ces résultats vont dans le même sens que ceux [19], [20], [21] qui estiment que la dégradation des paysages forestiers est due en grande partie aux activités anthropiques. Parmi ces activités, l'extension des surfaces cultivées, le surpâturage, les feux de végétation, l'exploitation des bois d'œuvre et la coupe de bois pour les besoins d'énergie domestique et de construction viennent en tête [22], [23], [24].

Pour une période d'étude de 20 ans, soit de 2000 à 2020, en 2000 la couverture forestière était de 8052 ha, après 5 ans, après 5 ans (2005), elle est passée à 7971,3 ha, le taux de déforestation est réduit à 80,6 ha, soit une perte de 1%.

En 2010, 10 ans après, la couverture forestière a diminué de 124 ha soit une perte 1,5% de forêt perdue, et en 2020, la forêt perd 510,5 ha de la superficie initiale de 7541,4 ha soit 6,3 % de forêts perdues ; ces constats sont observés par [25] qui souligne que la forêt reste l'écosystème le plus sollicité pour divers besoins humains et les forêts tropicales humides de tiers-monde sont en diminution constante.

Par ailleurs [26], indique que les forêts tropicales forment le plus grand biome forestier mondial par leur superficie (45%), devant les forêts boréales (27%) et tempérées (16%), bien que la dégradation forestière qui désigne la perte de « forêt » et elle est dite légale quand elle s'effectue dans le respect des lois et règlements du pays producteur [27].

Pourtant, la dégradation des forêts est une préoccupation majeure, car le potentiel de séquestration du carbone est alors réduit. C'est un biais important dans les bilans carbone des pays qui ne tiennent généralement pas compte de la dégradation forestière. La couverture forestière a subi beaucoup de pressions avec effet de déforestation constaté comme [28], a déclaré que les activités humaines sont donc malheureusement à l'origine de la dégradation forestière qui en déstructurant la configuration des paysages végétaux, menacent la survie de la diversité biologique ; la dégradation de la forêt de Wamba n'est pas aussi épargnée de cette situation. Nos résultats vont dans le sens que ceux de [29],[30], qui déclarent que dans les régions tropicales, l'environnement végétal fait l'objet de pressions permanentes liées à diverses activités dont les conséquences prennent une allure catastrophique, surtout pour les écosystèmes fragiles. Notre étude est similaire à celle de [31], orientée sur la végétation et, réalisée sur la base des archives de la télédétection permettent de déceler les changements physiognomiques et même biologiques qui affectent les écosystèmes forestiers.

Conclusion

Evaluer la déforestation et la dégradation forestière de 2000 à 2020, via imagerie satellite pour établir la cartographie, afin d'identifier leurs moteurs et, d'analyser les changements de l'évolution du couvert végétal est l'objectif poursuivi de cette étude.

Les résultats de l'analyse temporelle d'images (Landsat 7 et Sentinel 1-2), après classification supervisée de 5 classes, montrent que cette forêt de Wamba diminue sa superficie allant de 8052,6 hectares à 7541,4 hectares soit 511,2 ha en 20 ans.

Les activités anthropiques sont à l'origine de dégradation de cette forêt, et, contribuent à la déconfiguration du paysage, menacent la survie de la diversité biologique.

Les actions de bonne gestion sont nécessaires pour réduire la dégradation de ces écosystèmes qui rendent d'énormes services écosystémiques à la population riveraine.

Références

- [1] Avakoudjo, J., Mama, A., Toko, I., Kindomihou, V. & Sinsin, B., (2014) : Dynamique de l'occupation du sol dans le Parc National du W et sa périphérie au Nord-Ouest du Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 8 (6): 2608-2625.
- [2] Bakehe, P.N., (2020) : L'accès à l'électricité : une solution pour réduire la déforestation en Afrique, *Revue Africaine de développement*, 32 (3) : 338-348.
- [3] Norbert Kambale Ndaravaro, Walere Muhindo Sohoni, Armand Kuyéma Natta, Appollon D.M.T. Hegbe, Ramdan Dramani et Aliou Dicko (2021): Diversité et état de conservation de la flore ligneuse des îlots forestiers du massif montagneux de Lubero (R.D. Congo. <https://doi.org/10.4000/11pdc>.
- [4] OSFAC, (2010) : Forêts d'Afrique centrale évaluées par télédétection FACET. Étendue et perte du couvert forestier en République démocratique du Congo de 2000 à 2010. Publié par l'Université d'État du Dakota du Sud, Brookings, Dakota du Sud, États-Unis d'Amérique. ISBN : 978-0-9797182-5-0. Site web : <http://osfac.net>.
- [5] Loke Lobanga, E., Boyemba Bosela, F., Lituka Lofumbu, G., Bosuandole Bolila, I., Ndjele Mpapa Mwabi, J. & Katembo Mukirania, J., (2021) : Étude comparée de l'évaluation du taux de déforestation dans les forêts du secteur forestier central de la République Démocratique du Congo. *Afrique Science*, 19(3) : 28-41.
- [6] Mercier, J.R, (1991) : La déforestation en Afrique : Situation et perspectives. Imprimeri Rhodes Chaudoreille, Edisud, Aix-en-Provence. 177p.
- [7] Lewis, S.L., (2006) : Tropical forests and the changing earth system. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 361, 195–210. <https://doi.org/10.1098/rstb.2005.1711>.
- [8] Lewis, S.L., Lopez-Gonzalez, G., Sonké, B., Affum-Baffoe, K., Baker, T.R., Ojo, L.O., Phillips, O.L., Reitsma, J.M., White, L., Comiskey, J.A., K, M.-N.D., Ewango, C.E.N., Feldpausch, T.R., Hamilton, A.C., Gloor, M., Hart, T., Hladik, A., Lloyd, J., Lovett, J.C., Makana, J.-R., Malhi, Y., Mbago, F.M., Ndangalasi, H.J., Peacock, J., Peh, K.S.-H., Sheil, D., Sunderland, T., Swaine, M.D., Taplin, J., Taylor, D., Thomas, S.C., Votere, R., Wöll, H., (2009): Increasing carbon storage in intact African tropical forests. *Nature* 457, 1003–1006. <https://doi.org/10.1038/nature07771>.
- [9] Malhi, Y., Grace, J., (2000) : Tropical forests and atmospheric carbon dioxide. *Trends in Ecology & Evolution* 15, 332–337. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(00\)01906-6](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(00)01906-6).
- [10] R.A. Houghton, (1999) : The annual net flux of carbon to the atmosphere from changes in land use 1850-1990, *Tellus B : Chemical and Physical Meteorology*, 51 :2, 298-313, DOI : 10.3402/tellusb.v51i2.16288.
- [11] IPCC, Climate Change, (2007) : Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 p.
- [12] Philippe Mayaux, Frédéric Achar et Jean-Paul Malingreau, (1998). Mesures de la superficie mondiale des forêts tropicales dérivées d'images satellitaires à faible résolution : une comparaison avec d'autres approches, vol n°1, . 37-52.
- [13] Ernst, C., Verhegghen, A., Mayaux, P., Hansen, M., Defourny, P., (2010) : Cartographie du couvert forestier et des changements du couvert forestier en Afrique centrale. *Les forêts du Bassin du Congo : état des forêts* 23 – 42.
- [14] R.A. Houghton, (1999) : The annual net flux of carbon to the atmosphere from changes in land use 1850-1990, *Tellus B : Chemical and Physical Meteorology*, 51 :2, 298-313, DOI : 10.3402/tellusb.v51i2.16288.
- [15] République Démocratique du Congo, Mairie de la ville de Kenge, (2023) : Rapport annuel de la Mairie de la ville de Kenge,

- [16] Omosombo J. (2013) : La décentralisation de la première et Troisième République (RD Congo), Tervuren-Bruxelles-Kinshasa, Editions le Cri, Musée royalde de l'Afrique centrale, Buku éditions, coll. « Monographies des provinces de République Démocratique du Congo », 232p.
- [17] République Démocratique du Congo, Mairie de la ville de Kenge, (2023) : Rapport annuel de la Mairie de la ville de Kenge,
- [18] Journal officiel de la République Démocratique du Congo, (2013) : Loi organique n° 13/011 portant institution, organisation et fonctionnement de la Commission Nationale des Droits de l'Homme, 68p.
- [19] Mégevand, C., Mosnier, A., Hourticq, J., Sanders, K., Doetinchem, N. & Streck, C., (2013) : Dynamique de la déforestation dans le bassin du Congo. Réconcilier la croissance économique de la protection de la forêt. Washington, DC : Banque Mondiale (Environnement et développement durable), 179 p.
- [20] Sambieni, K.R., Toyi, M.S. & 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, 2 (15) : 1-19.
- [21] Bweya, M.N., Musavandalo, M.C. & SAHANI, M., (2019) : Analyse de la dynamique spatio-temporelle du paysage forestier de la région de Beni (Nord-Kivu, RDC). Geo-Eco-Trop., 43 (1) : 171-184.
- [22] Gillet, P., Vermeulen, C., Feintrenie, L., Dessard, H. & Garcia, C., (2016) : Quelles sont les causes de la déforestation dans le bassin du Congo ? Synthèse bibliographique et étude de cas. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 20 (2) : 183-194.
- [23] Kyale Koy, J., Wardell, Mikwa, J.F., Kabuanga, J.M., Monga Ngonga, A., Maindo, O.J. & Doumenge, C., (2019) : Dynamique de la déforestation dans la Réserve de biosphère de Yangambi (République démocratique du Congo) : variabilité spatiale et temporelle au cours des 30 dernières années. Bois et Forêts des Tropiques, 341 : 15-28.
- [24] Ahononga, F.C., Gouwakinnou, G.N., Biaou, S.S.H., Ahouandjinou, O., Biaou, S. & Sonounameto, R.C., (2020) : Facteurs d'affectation des terres et effets sur les services écosystémiques et la biodiversité : Synthèse bibliographique. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB), 30 (2) : 51-63.
- [25] Mavinga Mvumbi S., Munkuamo Jean R., Nsekanabo Muta DE, Mavungu Mvumbi Jac Willy, Ntoto Mvubu R., et Lukoki Luyeye F. (2023) : Analyse des facteurs favorisant de la destruction des écosystèmes forestiers et leurs conséquences en RD Congo, International Journal of Innovation and Applied Studies, Vol. 39 No.4 1692-1697.
- [26] FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. (2020) : The State of Food Security and Nutrition in the World 2020. Transforming food systems for affordable healthy diets. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/ca9692>.
- [27] Richard Eba'a Atyia, Sylvie Gourlet-Fleuryb, Richard Sufoc, Frédéric Amield, Philippe Guizolb et Pierre Couterone. (2021) : Forêt et déforestation, définitions, seuils et conséquences, les infobriefs du CIFOR-ICRAF, No. 342, 8p.
- [28] Klaus Henle, David B. Lindenmayer, Chris R. Margules, Denis A. Saunders and Christian Wissel (2004) : Species survival in fragmented landscapes : where are we now ? Biodiversity and Conservation 13 : 1-8.
- [29] Jonas Djenontin (2010) : Dynamique des stratégies et des pratiques d'utilisation des parcours naturels pour l'alimentation des troupeaux bovins au Nord-Est du Bénin. Sciences de la Terre. Université de AbomeyCalavi,. Français. (NNT:).
- [30] Sowazina Seou, Paroussié Wiyao Takou, et Tcha Boukpepsi : Analyse des changements par télédétection de la couverture végétale du bassin de Zio (Sud-Ouest Togo) Changes analysis by remote sensing of plant coverage in the Zio basin (southwest Togo), Rev Écosystèmes et Paysages (Togo), (2022) : No 01, vol 02, 126-139 pp.
- [31] Ssifou, M., Ousséni, A., Nourou, T.I. and Ismaïla, T.I. (2017) : Estimation de la variabilité de la biomasse aérienne ligneuse en forêt tropicale sèche: Cas de la forêt classée de wari-marou au Centre-Bénin. Revue de Géographie du Laboratoire Leïdi, 56, 1-17.