

Évolution du couvert forestier du secteur Pay-Kongila, territoire de Masi-Manimba, province du Kwilu (RDC)

J. KAKEDI¹, J.-P. AZANGIDI², E. TANGO², H. KATULA², C. AYINGWEU²

(Reçu le 29/11/2023; Accepté le 29/12/2023)

Résumé

L'étude a porté sur l'évolution du couvert forestier du Secteur Pay-Kongila en territoire de Masi-Manimba dans la province du Kwilu, République Démocratique du Congo. L'aire d'étude ainsi définie s'intègre bien dans le Secteur phyto-géographique du Kasai, Centre régional d'endémisme guinéo-Congolais. L'objectif général a consisté à découvrir le sens de l'évolution du couvert végétal (progression ou régression) à l'intervalle de 2000 et 2020, en vue d'entrevoir des actions pouvant atténuer des effets et des causes à l'origine. Spécifiquement, cette étude vise: (1) cartographier le couvert forestier du Secteur Pay-Kongila, (2) déterminer les superficies des classes d'occupations des sols à l'intervalle de 2000 et 2020; calculer le taux de la déforestation de ce couvert forestier; (3) déterminer la nature des activités menées dans l'aire d'étude. Les démarches méthodologiques entreprises se résument comme suit: la recherche des images anciennes et actuelles des années (2000 - 2020) pour des analyses spatio-temporelles, les travaux de terrain portant sur des prospections, des enquêtes et entretien semi-structuré auprès de la population locale et les activités du laboratoire basé sur les analyses et traitement des images satellitaires pour la détection du changement. Les principaux résultats des analyses confirment le changement au sein des classes d'occupation des sols de l'aire d'étude. La dégradation et régression de forêts marquées par l'état très ouvert du paysage caractérise l'aire d'étude. Le taux moyen annuel de la déforestation pour une période de 20 ans équivaut à 0,50%. Les résultats obtenus attestent une différence significative entre les différentes années. L'expansion de zones agricoles et l'usage répété des feux, l'exploitation du bois d'œuvre et bois de chauffe, la fabrication du charbon de bois, sont des indicateurs de dégradation et régression des forêts. Ces perturbations tendent à des effets sur les habitats naturels, les ressources biologiques, la production agricole, le climat et l'eau. Ainsi, les forêts du Secteur en étude, ont subi une évolution régressive vers des formations herbacées.

Mots clés: Évolution, couvert forestier, dégradation, déforestation, télédétection, système d'information géographique

Evolution of forest cover in the Pay-Kongila sector, Masi-Manimba territory, Kwilu province (DRC)

Abstract

The study focused on the evolution of the forest cover of the Pay-Kongila Sector in the territory of Masi-Manimba in the province of Kwilu, Democratic Republic of Congo (DRC). The study area thus defined fits well into the Kasai phytogeographic sector, regional center of Guinea-Congolese endemism. The overall objective of this work was to understand the direction of the evolution of the plant cover (progression or regression) over the period from 2000 to 2020, with a view to considering actions likely to mitigate the effects and causes which could be at the origin. Specifically, this study aims to: (1) map the forest cover of the Pay-Kongila Sector; (2) determine the areas of land use classes at the interval of 2000 and 2020; calculate the deforestation rate of this forest cover; (3) determine the nature of the activities carried out in the study area. Here are the different stages of the methodological approaches undertaken: the search for current and old images from the years 2000 to 2020 for spatio-temporal analyzes, field work involving surveys, semi-structured surveys and interviews with the local population and laboratory activities based on the analysis and processing of satellite images, in order to estimate the change. The main results of the analyses confirm the change in the land use classes of the study area. The degradation and regression of forests marked by the very open state of the landscape characterizes the study area. The average annual rate of deforestation over a 20-year period is 0.50%. The results show a significant difference between the different years. The expansion of agricultural areas and the repeated use of fires, the exploitation of timber and firewood, the manufacture of charcoal, are indicators of forest degradation and regression. These disturbances tend to affect natural habitats, biological resources, agricultural production, climate and water. Thus, the forests of the Sector under study have undergone a regressive evolution towards herbaceous formations.

Keywords: Evolution, forest cover, degradation, deforestation, remote sensing, geographic information system

INTRODUCTION

De nombreuses menaces pèsent sur les forêts tropicales en général et celles du bassin du Congo (Comifac, 2015). Ces menaces se traduisent par la déforestation et la dégradation forestière dues à l'expansion des champs agricoles, la coupe du bois énergie, la propagation répétée des feux, la fragmentation du paysage, la propagation d'espèces invasives et, l'augmentation du CO₂ atmosphérique et le changement climatique (Malhi *et al.*, 2014).

Avec la vitesse de la croissance démographique actuelle, le défrichement des forêts pour l'agriculture s'intensifie de plus en plus et joue un rôle déterminant dans la dégradation et déforestation du bassin du Congo (Defourny, 2012). Le constat fait par la FAO (2020) relève qu'entre les années 2010 et 2020, les émissions de carbone ont augmenté d'un

quart en Afrique, ce qui reflète l'augmentation des perturbations forestières.

L'importance de la dégradation et de la régression forestière en RDC ainsi que ses retombés sur la production des biens et services au sein des écosystèmes, nécessitent plus que jamais des programmes de surveillance continue des ressources forestières aux niveaux national, régional et mondial (Mayaux *et al.*, 2003; Malele, 2003). La déforestation et dégradation des forêts représentent un risque majeur sur l'environnement biophysique. Elles provoquent la disparition des diversités biologiques d'une valeur scientifique et économique considérable (De Wasseige, 2009).

La déforestation est le plus souvent concentrée le long des principaux axes de transport routier et fluvial, du fait que la population se concentre de plus en plus dans les

¹ Département de Biologie appliquée, Institut pédagogique de la Gombe, Kinshasa, RD Congo

² Laboratoire de Systémique, Biodiversité, Conservation de la Nature et Savoirs Endogènes, Faculté des Sciences et Technologies, Université de Kinshasa, RD Congo

activités agricoles pour répondre à la demande en produit alimentaires des villes (Akkermans *et al.*, 2013; Mayaux *et al.*, 2003).

Dans la province du Kwilu, les données disponibles relatives à la dégradation et déforestation sont très peu nombreuses. Toutefois, il existe quelques études telles que les recherches menées par Azangidi (2020) sur le suivi de la couverture végétale des sols des Secteurs Mikwi, Kilunda, et Kwilu Kimbata dans le Territoire de Bulungu; Tungi-Tungi (2014) sur les activités anthropiques et la dynamique forestière dans les Secteurs Imbongo et Kipuka. Les résultats de ces recherches confirment la réduction et dégradation de couverture végétale et montrent relèvent l'existence d'une pression croissante sur les couverts forestiers et les formations herbacées: feux de brousse, agriculture itinérante sur brûlis, exploitation de bois d'œuvre et d'énergie, etc.

Il est cependant nécessaire de mener la recherche sur le suivi de la dynamique évolutive des forêts du Secteur Pay - Kongila en Province du Kwilu. Cette initiative de suivi de l'évolution de forêts sur base de la cartographie forestière par télédétection et système d'information géographique est conçue dans le cadre du système global de surveillance continue de l'environnement et dans le cadre du processus REDD+, préconisant la conservation et le reboisement des sites naturels et des terres forestières dégradées comme propose (Azangidi *et al.*, 2019). Le suivi de l'évolution de forêts de l'aire d'étude constitue une ligne de base qui orientera les activités et initiatives pour inverser la tendance des émissions et contribuer à l'atteinte des objectifs

que s'est fixé le WWF, UNESCO, PNUE et FAO (1979) en particulier le projet RPAN, qui vise 50% de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Pour y parvenir, la présente étude se propose de: définir les différentes classes d'occupation des sols du Secteur Pay - Kongila; quantifier les progressions et régressions du couvert végétale dans le Secteur Pay-Kongila pendant la période de 2000 à 2020, déterminer les causes de modifications opérées dans les différentes classes de couverture des sols de l'aire d'étude en vue d'attirer l'attention sur la nécessité de mise en œuvre de stratégies de restauration et conservation des habitats naturels très vulnérable.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Milieu d'étude

Le Secteur Pay-Kongila se localise dans le Terroir de Masi-Manimba, province du Kwilu en République Démocratique du Congo (RDC). Il se situe au nord par le Secteur Mosango, au sud par le Secteur Sungu et Kinzenzengo, à l'est par le Secteur Kwenge. L'aire d'étude a une superficie de plus de 4 050 km² et une population estimée à 158 768 habitants, avec une densité de 39 habitants par km².

Ce Secteur appartient au climat tropical humide avec deux saisons: une pluvieuse, de septembre à mai et qui reprend encore en août. Le relief est très accidenté et fait des formations herbacées arbustives, des collines et des galeries forestières. Le sol est argileux et sablonneux par endroits.



Carte 1: Localisation géographique du secteur pay-kongila (Carte originale 2022)

Matériel

Pour cette étude, nous avons recouru aux données satellitaires de deux années de référence (images Landsat 7 et 8, respectivement des années 2000 et 2020) en vue d’observer l’évolution du couvert forestier du Secteur étudié. La plateforme Global Forest Change (GFC), développée par l’université de Maryland reste le point de téléchargement de nos données. Le recours a été fait également aux données vectorielles définissant les limites, les routes et rivières de la zone sous étude. Un GPS de marque Garmin, appareil photographique numérique etc.; sont des outils qui ont servi pour la collecte des données sur le terrain et leurs traitements au laboratoire.

Méthodes

Les démarches entreprises se résument de la manière suivante : la recherche des images anciennes et actuelles des années 2000 et 2020 pour des analyses spatio-temporelle durant les deux années d’étude; les travaux de terrain portant sur des observations de types de végétations (forêts, formations herbacées), des enquêtes par interview et entretien semi-structuré et les activités du laboratoire basé sur les analyses et traitement diachroniques des images satellitaires pour la détection du changement.

Les prospections ont été menées dans l’ensemble de l’aire d’étude. Quelques villages ont fait l’objet de nos propres investigations et visites de terrain en pleine forêt et formations herbacées durant la période de juin et novembre 2022. Les prospections ont consisté d’observer l’état du couvert forestier, des échanges avec les gestionnaires de terres (fermiers, chefs de terres et des notables des villages).

Les échanges et investigations sur le terrain ont porté sur l’utilisation des forêts du Secteur Pay-Kongila, la nature des activités menées, les causes de la dégradation et déforestation, la présence ou absence des essences exploitables, l’identification des activités pour lesquelles la population se concentre plus, et les illustrations photographiques de la vérité de terrain.

Pour la localisation de faits constatés sur le terrain d’étude tels que les sites anthropogènes, afin de faciliter les processus de classification, nous avons procédé au prélèvement des coordonnées géographiques. Plusieurs points ont été prélevés tous les 10 à 20 m entre les points du départ et d’arrivée de manière à faciliter l’analyse de données au laboratoire. Les données géo-référencées prélevés sur le terrain sont indispensables et ont servis à la réalisation des cartes de suivi de la couverture végétale.

L’ensemble de démarches entreprises sur le terrain (prospections de l’aire d’étude, analyses spatio-temporelles et traitement diachroniques des images satellites au laboratoire sont repris schématiquement dans figure 1.

Évaluation des résultats de la classification

Grâce à une matrice de confusion, les résultats de la classification ont été confrontés aux points de contrôle de terrain. Ces derniers ont été collectés sur le terrain et sur l’image satellite du milieu d’étude après une observation minutieuse. Le pourcentage d’accord (précision globale) entre les classifications des deux années et les données de terrain y relatives a été calculé à l’aide de la formule suivante:

$$\text{Précision globale} = \frac{\text{Totale points diagonale}}{\text{Total points}} \times 100$$

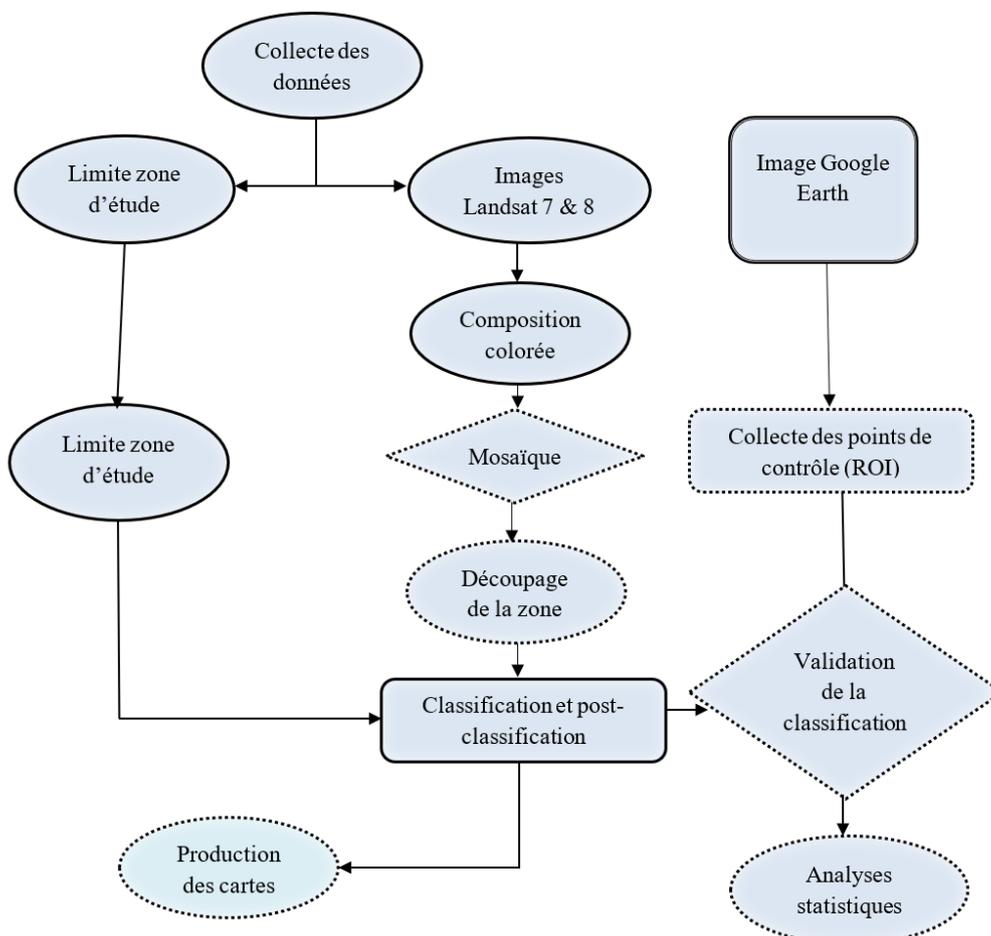


Figure 1: Présentation schématique de l’ensemble de démarches entreprises sur le terrain d’après Fabbro (2006)

La matrice de confusion a aussi permis de calculer plusieurs autres indicateurs de précision, notamment:

- La précision de l'utilisateur (*User accuracy*): elle représente le pourcentage de pixels d'une occupation du sol qui ont été bien classifiés par l'utilisateur; sa formule est:

$$\text{Précision de l'utilisateur} = \frac{\text{Pixels utilisateur bien classifiés}}{\text{Total pixels de la classe}} \times 100$$

- La précision du producteur (*Producer accuracy*): elle correspond au pourcentage de pixels d'une occupation du sol bien classifiés par le producteur. Elle se calcule par la formule suivante:

$$\text{Précision du producteur} = \frac{\text{Pixels producteur bien classifiés}}{\text{Total pixels de la classe}} \times 100$$

- Le calcul de l'indice de Kappa a permis d'évaluer la matrice de confusion, c'est-à-dire le degré d'accord entre le producteur et l'utilisateur. Les expressions ci-dessous permettent de procéder à cette évaluation:

$$K = \frac{a - b}{1 - b} \quad (1)$$

Nc: Nombre de classes;
Xii: Nombre d'observation dans la colonne i;
Ligne i: diagonale de la matrice;

$$a = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{Nc} (x_{ii}) \quad (2)$$

X+ i: total des observations dans la colonne i (total à droite dans la matrice);

$$b = \frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^{Nc} (x + i \cdot x_{ii} + 1) \quad (3)$$

X+ i: total des observations dans la ligne i (total en bas de la matrice).

Le tableau 1 indique la plage de variation de l'estimation de Kappa.

Tableau 1: Plage de variation de l'estimation Kappa

Plage de variation	Kappa
Très bon	> 0,81
Bon	0,61-0,80
Moyen	0,41-0,60
Médiocre	0,21-0,40
Mauvais	0,0-0,20
Exécrable	< 0

Le rythme de la dynamique de l'occupation du sol a été évalué mathématiquement grâce à la formule de Bernier (1992):

$$T = \frac{(\ln S2 - \ln S1)}{(t \times \ln e)} \times 100$$

T: Taux annuel d'expansion spatiale en %;

ln: Logarithme népérien;

e: la base du logarithme népérien (e = 2,71828);

S1: Superficie de l'occupation du sol de la première année;

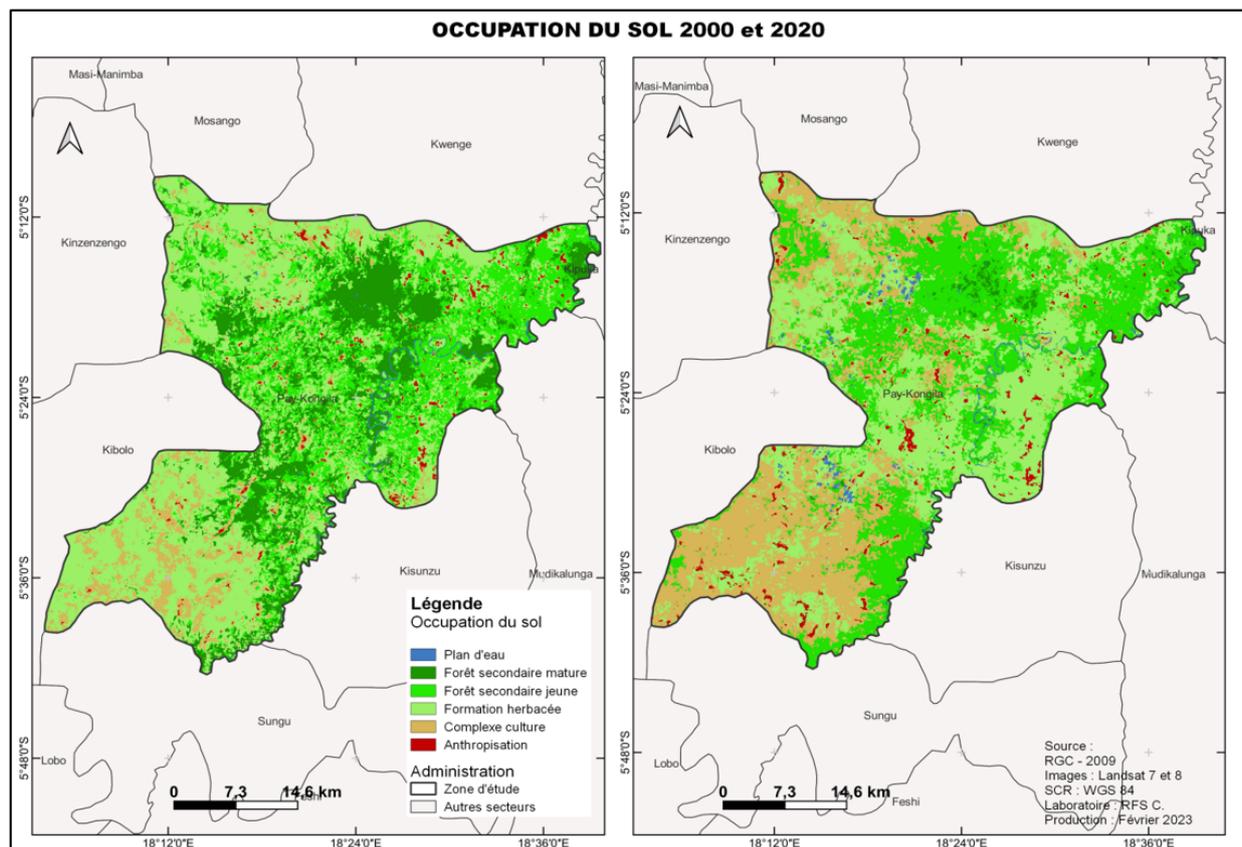
S2: Superficie de l'occupation du sol de l'année récente;

t: Nombre d'années de la période concernée.

Le taux annuel de déforestation de la zone d'étude (Tableau 2) est le pourcentage que perd la forêt chaque année dans un territoire forestier bien défini. L'analyse de la dynamique de l'occupation des terres a été faite à partir du calcul du taux de déforestation annuel proposé par (Barima, 2009). La superficie reste la variable considérée. Ainsi, pour S0 et S1, correspondant respectivement à la superficie d'une catégorie d'occupation des terres en 2000 et 2020.

Tableau 2: calcul du taux annuel de déforestation de la zone

Changement	Formule (2000-2020)	Résultat attendu
Changement positif	FSJ-FSA	Régénération de la FSA
	SAV-FSA	Reforestation de la FSA
	(Sln+Agr) - FSA	Reforestation de la FSA
	FSJ-FSA	Reforestation de la FSA
Changement négatif	FSA- SAV	Déforestation de la FSA
	FSA-(Sln+Agr)	Déforestation de la FSA
	FSJ-SAV	Déforestation de la FSJ
	FSJ (Sln+Agr)	Déforestation de la FSJ
Pas de changement	FSA-FSA	FSJ intacte
	FSJ-FSJ	FSJ intacte
	Non forêt-non forêt	Non forêt intacte



Carte 2: Occupation des sols du Secteur Pay-Kongila à l'intervalle des années 2000 - 2020

RÉSULTATS

Restitution cartographique de la végétation du secteur Pay-Kongila

Grâce aux nuances de couleurs, nous avons indiqué des fronts de progression du changement intervenu au cours de la période d'étude. Les résultats des analyses indiquent des effets d'ordre accidentel sous les couleurs rouge et qui représente des sites anthropogènes ou zone fortement dégradée, verte-vif représente la forêt secondaire mature, verte-claire pour la forêt secondaire jeune, vert-pâle qui présente la couverture en formations herbacées, grise pour la classe complexe de culture et bleuâtre pour la classe eau (carte 2).

Occupation des sols en 2000

Les tendances de l'évolution de la couverture des sols de l'aire d'étude sont évaluées sur base d'une courbe. L'objectif permet d'apprécier le rythme évolutif de chaque classe de couverture des sols de l'aire d'étude. Les résultats obtenus de cette analyse montrent que la classe formation herbacée caractérise l'aire, donne un coefficient de détermination de 0,94 % (Figure 2).

Occupation des sols (2020)

L'analyse de l'occupation des sols a été faite pour l'année 2000. Les résultats obtenus montrent que la couverture en formation herbacée a diminué significativement de 33 %. Malgré cette réduction, les classes formation herbacées et forêt secondaire jeune caractérisent l'aire d'étude (33,0 et 33,4 %), avec un coefficient de détermination de 0,83%. Cependant, la réduction reste très significative pour la classe forêt secondaire adulte avec 1,23 % (Figure 3).

Évolution de l'occupation des sols du Secteur Pays-Kongila au fil des années

Après une période de 20 ans, une évolution négative a été observée dans presque toutes les classes de couverture des sols. Les résultats des analyses ont montré des grandes valeurs de pertes entre les années 2000 et 2020 estimées à près de 18,3 ha, 12,0 ha et 22,9 ha pour les classes forêt secondaire mature et jeune ainsi que la formation herbacée. Les classes complexes de culture (25,7 ha) et anthropisation (27,4 ha) ont connues une grande extension en termes de superficie pendant la période d'étude (Tableau 3). L'Analyse de la variance appliquée met en évidence une différence significative entre les deux années d'étude (2000 et 2020), avec ANOVA (F = 2,94; df = 9,99 et p-value 0,99).

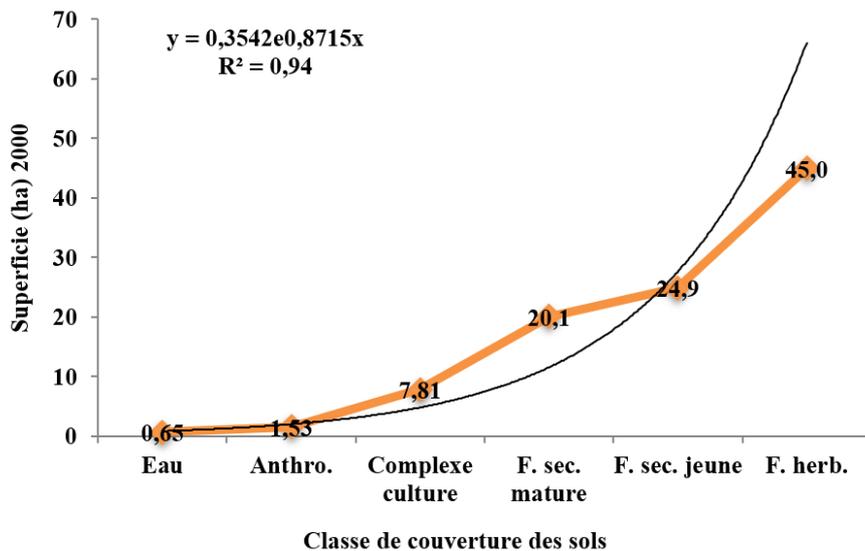


Figure 2: Évolution de la couverture des sols du Secteur Pay-Kongila en 2000

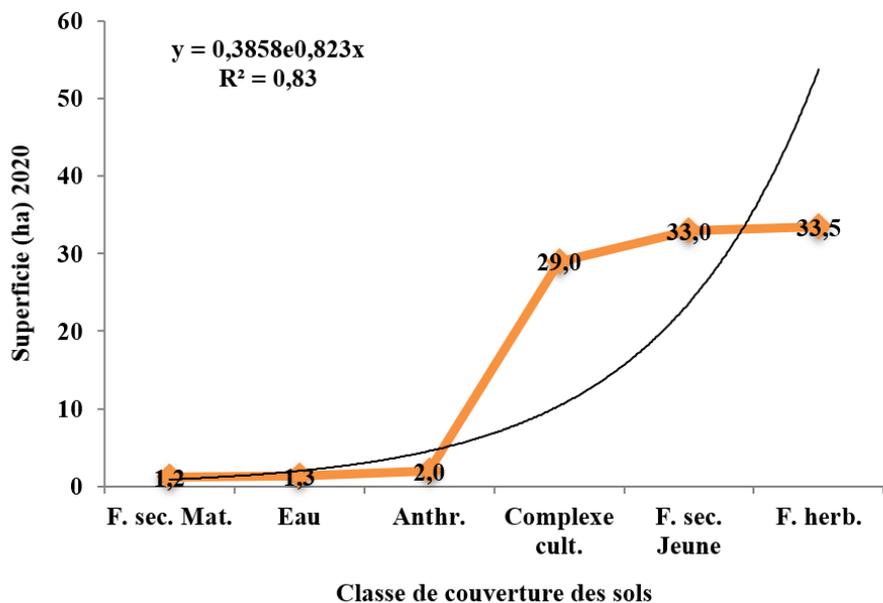


Figure 3: Évolution de la couverture des sols du Secteur Pay-Kongila en 2020

Évolution annuelle de l'occupation des sols du Secteur Pay-Kongila

Les résultats statistiques de l'évolution annuelle des classes d'occupation des sols entre 2000 et 2020 sont présentés au tableau 4. Les classes forêt secondaire mature, forêt secondaire jeune et formation herbacée ont connues des pertes de couverture des sols au profit des classes complexe de culture et anthropisation entre les deux années d'étude (20 ans). Cette analyse est importante pour ressortir les particularités du changement intervenu dans l'air d'étude au fil du temps (Tableau 4).

Dynamique de la couverture des sols du Secteur Pay-Kongila entre 2000 et 2020

Il est question dans cette partie, d'étudier la dynamique évolutive de la couverture des sols entre les deux années 2000 et 2020. L'objectif est de détecter les changements intervenus au cours de la période considérée. Grâce aux

courbes d'évolutions, lesquelles ont permis de suivre l'évolution ancienne et récente de la couverture des sols du Secteur étudié. Les résultats de cette analyse révèlent l'évolution croisée des deux paramètres (Figure 4).

Taux de déforestation (2000 - 2020)

Le taux de la déforestation du couvert forestier du Secteur étudié a été calculé. L'objectif consiste à déterminer le taux de la déforestation pour une période de 20 ans (2000 à 2020). Cette analyse est importante pour apprécier les rythmes de régressions ou d'accroissements des forêts durant la période étudiée.

Pour la période de 2000, le taux de forêt dans l'aire d'étude atteint 45 % alors qu'en 2020, ce chiffre a diminué significativement jusqu'à 34,2 % (Tableau 5). Le taux de déforestation au cours de la période de 2000 à 2020 correspond à 10,8 %, soit un taux moyen annuel de déforestation par hectare de 0,50 % d'hectares par année.

Tableau 3: Évolution de l'occupation des sols du Secteur Pays-Kongila

Évolution de l'occupation des sols (2000 et 2020)	Superficie (Ha) 2000	Superficie (Ha) 2020	Évolution (ha)
Eau	0,65	1,23	0,58
Forêt secondaire mature	20,1	1,34	-18,3
Forêt secondaire jeune	24,9	2,0	-22,9
Formation herbacée	45,0	33,0	-12,0
Complexe culture	7,81	33,5	25,7
Anthropisation	1,53	29,0	27,4
Total	100	100,0	0,45
Moyenne	16,7	16,7	0,07
Écart type	32,8	32,7	18,6

Tableau 4: Évolution annuelle des classes d'occupation des sols au cours de la période d'étude (2000 et 2020)

Classes de couverture du sol	Évolution (%)		
	Évolution après 20 ans	Évolution annuelle (%)	Observation
Eau	0,58	0,02	Stable
Forêt secondaire mature	-18,3	-0,91	Régression
Forêt secondaire jeune	-22,9	-1,1	Régression
Formation herbacée	-12,0	-0,59	Régression
Complexe culture	25,7	1,2	Progression
Anthropisation	27,4	1,3	Progression
Total	0,45	-0,08	
Moyenne	22,0	1,05	
Écart type	20,1	0,96	

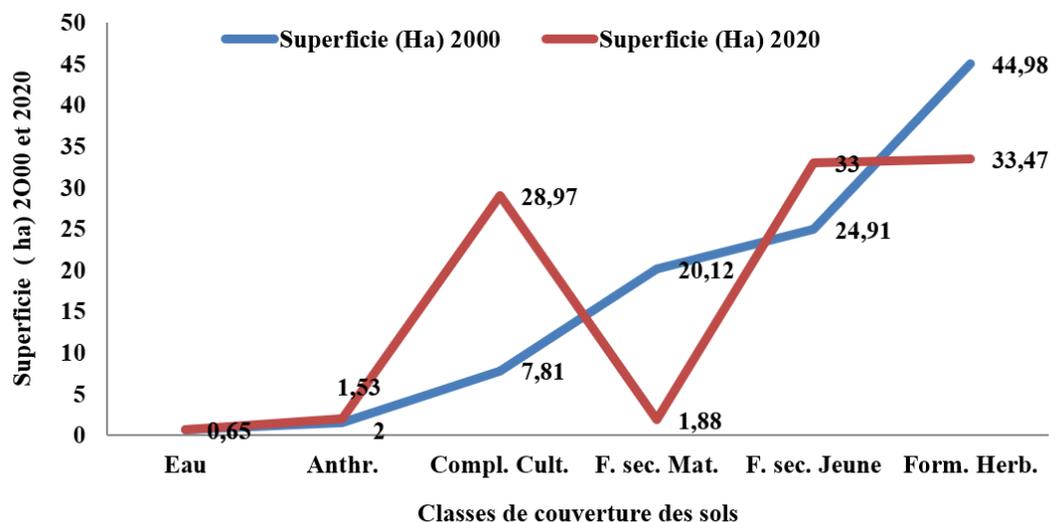


Figure 4: Évolution globale de la couverture végétale des sols de l'aire étudiée (2000-2020)

Croissance démographique du Secteur Pay-Kongila

Pay-Kongila a connu une évolution démographique légèrement stable autour des années 1995. A partir de 2010, une explosion démographique a été signalé, le nombre de ses habitants a augmenté significativement comme renseigne l'allure de la courbe (Figure 3). Le rythme de cette évolution démographique s'élève à 14 % par an, soit une moyenne de 7640 2547 habitants par année (Figure 5).

Nature d'activités ayant conduit à des variations de classes de l'occupation des sols de l'aire d'étude

Les observations menées sur le terrain montrent que plusieurs activités sont exercées dans l'aire d'étude parmi les-

quelles: l'agriculture itinérante sur brûlis, la carbonisation, les feux de brousse ; le sciage artisanal, etc. Ces activités ont des conséquences sur le couvert forestier avec risquent de la régression et dégradation des forêts, (Figure 6).

Menaces sur les produits forestiers non ligneux (PFNL)

Les produits forestiers non ligneux (chenilles, champignons, gibiers, etc..) subissent des menaces de plus en plus fortes et sont en voie de disparition locale, d'autres ont carrément disparus localement par suite de déforestation et dégradation des habitats naturels suite aux activités anthropiques de plus en plus forte (Tableau 6).

Tableau 5: Taux de déforestation (2000 - 2020)

Secteurs	Désignation	2000	2020
Pay-Kongila	Superficie total de couverture du sol	177 800	177 800
	Superficie de la forêt en (ha)	80 056	60 858
	Taux de forêt %	45,0	34,2
	Taux de déforestation %	10,8	
	Taux de déforestation (ha/an)	0,50	

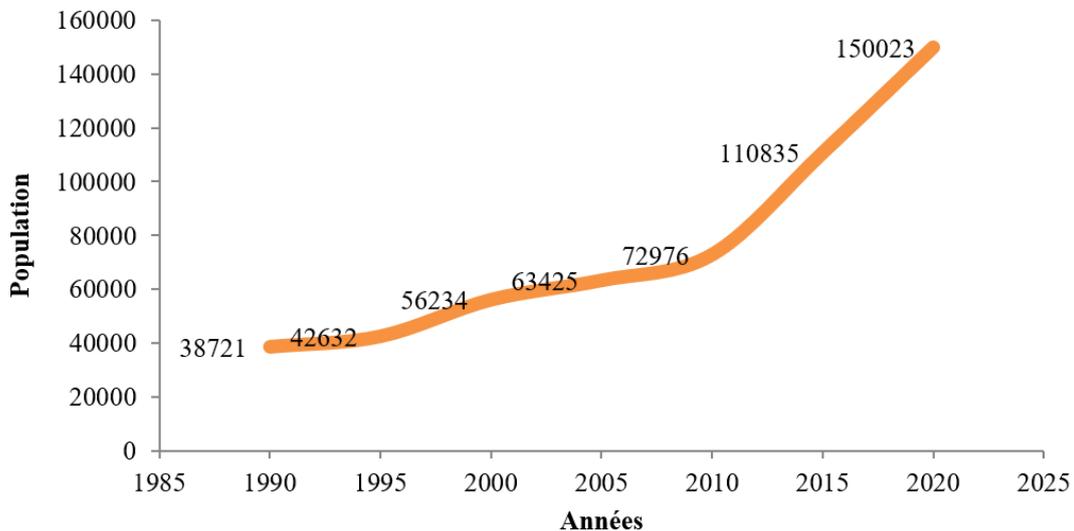


Figure 5: Évolution démographique du Secteur Pay-Kongila

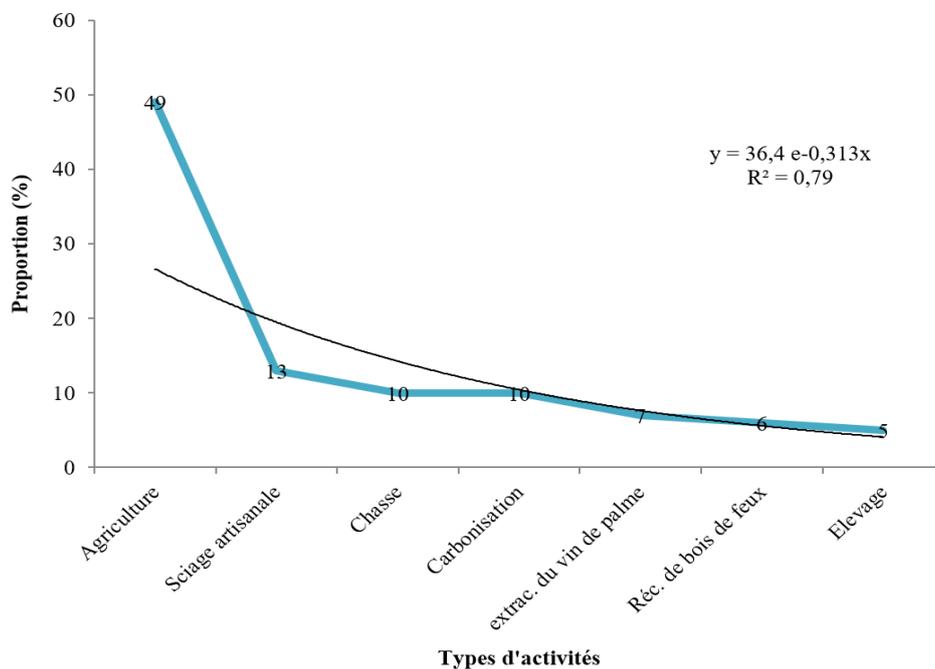


Figure 6: Les différentes activités au sein des écosystèmes de la zone de notre étude

DISCUSSION

L'étude a porté sur l'évolution du couvert forestier du Secteur administrative Pay-Kongila en territoire de Masi-Manimba dans la province du Kwilu/RDC.

Après une période de 20 ans, un changement dans le sens régressif se fait observer dans presque toutes les classes de couverture des sols. Les résultats des analyses ont montrées des grandes valeurs de régression au cours de la période d'étude évaluées à près de 18,3 ha et 22,9 ha pour les classes forêt secondaire mature et jeune. La classe formation herbacée a également régressé, soit une perte de 12,0 ha. Cependant l'on constate un accroissement en termes de superficie pour les classes complexe de culture et anthropisation (25,6 et 27,4 ha). Les résultats des analyses statistiques renseignent que la dynamique régressive touche beaucoup plus les classes forêts secondaires mature et jeune.

Vancutsem *et al.*, (2021) rappelle que depuis 1990, les phénomènes de perturbation de la forêt tropicale en RDC ont pris de l'importance, atteignant un pic de déforestation en 2013 (1,52 millions d'hectares de forêt tropicale déforestés).

En 2000, le taux des forêts a été estimé à 45 % alors que ce taux a diminué significativement jusqu'à atteindre 34,2 % en 2020. Le taux de déforestation pendant la période d'étude s'élève à 10,8 %, avec un taux moyen annuel de déforestation par hectare de 0,50 %. Les recherches de la DIAF-JIKA sur le programme REED dans l'ensemble du territoire de Masi-Manimba en 2000 révèlent un taux moyen de la déforestation de l'ordre de 0,39 %. Ce taux relativement faible dans l'ensemble du Territoire, est cependant élevé dans le Secteur Pay-Kongila. Les résultats des recherches menées par Global Forest Watch, (2022) confirment la crise de la dégradation et déforestation en RDC.

Plusieurs facteurs sont à l'origine des régressions du couvert forestier étudié, principalement, l'agriculture sur brûlis. FAO (2001) mentionne que la régression et dégradation des forêts sont les conséquences de l'accroissement démographique de plus en plus forte, la population qui

dépourvue des moyens de survie, se contente l'agriculture itinérante sur brûlis. La population défriche et brûle les jachères pour l'ensemencement.

Cette pratique agricole sur brûlis est considérée comme l'élément moteur des changements observés au sein des classes de couverture des sols de l'aire d'étude (Defourny, 2012). Cette observation a été fait par d'autres chercheurs, tels que Bogaert *et al.* (2008) qui estiment que les pratiques culturelles avec usage répété du feu modifient la configuration et le fonctionnement du paysage.

Lebrun et Gilbert (1954) et Baur (1962) affirment que les perturbations lorsqu'elles ne sont pas provoquées par le feu, peuvent être dû aux chutes des gros arbres créant ainsi des clairières dans la canopée supérieure favorisant la pénétration de la lumière nuisible aux espèces sciaphiles, il s'agit d'une forme de dégradation. Cette situation s'observe bien dans l'aire d'étude.

En ce qui concerne les ressources naturelles biologiques dans les formations végétales de l'aire d'étude, les résultats obtenus montrent que plusieurs ressources génétiques (chenilles, champignons, animaux sauvages) sont en voie de disparition locale; certaines ont déjà disparu et d'autres sont devenues rares. Cette situation est l'une des conséquences de la perte du couvert forestier dont les espèces hôtes sont coupées soit pour la récolte des chenilles ou encore lors du déboisement pour le champ de culture comme signale Malele (2003). La modification de la structure spatiale du paysage provoque la destruction des habitats écologiques, le dysfonctionnement des équilibres biologiques, la perte de la diversité spécifique et génétique, etc (Barima *et al.*, 2010).

Raven (2009) affirme que lorsque les habitats naturels sont dégradés par des actions humaines tels que la construction des routes, des ponts, déboisement des forêts pour l'agriculture sur brûlis, abattage des arbres pour le sciage etc., les ressources génétiques disparaissent, d'autres deviennent rare au fur et à mesure que la situation évolue.

Tableau 6: Produits forestiers non ligneux dans l'aire d'étude

Espèces	Nom ver. (Kikongo)	Visibilité
Animaux		
<i>Thryonomus suinderianus</i>	Simbiliki	+
<i>Gazella leptoceros leptoceros</i>	Antilope	+
<i>Syncerus caffer</i>	Buffle	+
<i>Spermophilus armatus</i>	Ecureuil	++
Chenilles		
<i>Imbrasia epimethea</i>	Misa misa	+
<i>Imbrasia oyomensis</i>	Makangu	+
<i>Imbrasia melanops</i> Bauvier	Manganga	+
<i>Imbrasia petiveri</i> Guerin-Meneville	Matubulu	+
<i>Antheua insignata</i> Gaede (rouge)	Mindanda	++
<i>Elaphrodes lactea</i> Gaede (rouge)	Minkoko	++
<i>Elaphrodes sp.</i>	Mimbimbi (savane)	+
<i>Elaphrodes sp.</i>	Mimbimbi (forêt)	+
<i>Cynothoe caenis</i>	Mibamba	++
Champignons		
<i>Auricularia heimii</i> Pegler	Bukolokoto	++
<i>Auricularia delicata</i>	Kilebu	++
<i>Termitomyces bicrocarpus</i> (Berk et Br.) Heim	Kasangu sangu	+
<i>Termitomyces bibasidiatus</i> (MOSSEBO)	Kubu	-

Légende: ++: permanent; + : rareté; - disparition locale

CONCLUSION

L'étude s'est basée sur l'évolution du couvert forestier du Secteur Pay-Kongila en Territoire de Masi-Manimba dans la province du Kwilu. L'objectif principal de la présente étude consiste à découvrir le sens de l'évolution du couvert végétal en procédant à la quantification de la réduction et de gain de la superficie au cours de la période d'étude, en vue d'entrevoir des actions pouvant atténuer des effets des causes à l'origine. Les démarches méthodologiques entreprises sur le terrain et au laboratoire se résument de la manière suivante: l'acquisition des images anciennes et actuelles des années 2000 et 2020 pour des analyses spatio-temporelles; les travaux de terrain basés sur des observations (description, analyse et synthèse) au sein de la végétation et des enquêtes par interview et entretien semi-structuré et les activités du laboratoire basé sur les analyses et traitement des images satellitaires pour la détection du changement. D'une manière générale, les résultats obtenus attestent qu'effectivement, il y a une progression et régression de forêts marquée par l'état très ouvert du paysage. Le taux moyen annuel de la déforestation par hectare, soit après 20 ans équivaut à 0,50 %. L'expansion de zones agricoles avec usage répété du feu, l'exploitation du bois d'œuvre et bois de chauffe, la fabrication du charbon de bois sont des critères de dégradation de ces écosystèmes inducteurs de la dynamique forestière. Ces perturbations tendent à des effets sur les ressources biologiques, la production agricole, le climat et l'eau. Ainsi, les forêts du Secteurs en étude, ont subi une évolution régressive vers des zones non forestières notamment les formations herbacées, complexes de cultures et des sites anthropogènes.

RÉFÉRENCES

- Adhikari, S., Koirala, P., Ghosh, A., Henry, M. (2022). Planning for Sustainable Cities in Africa: Experiences, Challenges and Prospects of Monitoring Geospatial Indicators. *Remote Sens.*, 14: 2821.
- Akkermans T., Van Rompaey, A., Van Lipzig, N., Moonen, P., Verbist, B. (2013). Quantifying successional land cover after clearing of tropical rainforest along forest frontiers in the Congo Basin. *Phys. Geogr.*, 34: 417-440.
- Anonyme (1981). Ecosystème forestier tropicaux. Un rapport sur l'état des connaissances préparé par l'UNESCO, le PNUE et la FAO. Presses Universitaires de Paris, France 736 p.
- Azangidi M, Kidikwadi T., Lutete L., Belesi K., Lubini A. (2020). Vegetable cover of soils in the Kwilu valley in Bulungu Territoire/RD. Congo. *Journal of Latest Research in Humanities and Social Science*, 3: 01-09.
- Raven P.H. (2008). Environnement. Édition De Boeck, Université Rue des Minimers, 39 B-1000, Bruxelles, 687 p.
- Barima Y. S. S. (2010). Relation entre la composition floristique et les indicateurs de la fragmentation de la couverture végétale dans une région de transition forêt-savane.
- Malele S. (2003). Situation des ressources génétiques forestières de la République démocratique du Congo. Note thématique sur les ressources génétiques forestières. Document de travail FGR/56F. Département des forêts, Division des ressources forestières. FAO, Rome (non publié).
- Mayaux, P., Gond, V., Massart, M., Pain-Orecet, M., Achard, F. (2003). Evolution du couvert forestier du bassin du Congo mesurée par télédétection spatiale. *Bois For. Trop.*, 277: 45-52.
- Mitashi K., Tungi tungi, Kisangala M., Kidikwadi T., Lubini A., (2021). Dynamique de l'occupation du sol à la station forestière de l'INERA Kiyaka, Kwilu, République Démocratique du Congo.
- Bernier B., (1992). Introduction à la macroéconomie. Éd. Dunod, Paris, 217 p.
- De Wasseige, C., D. Devers, P. de Marken, R. Eba'a Atyi., R. Nasi, P. Mayaux (2009). Les forêts du bassin du Congo: État des forêts 2008. Office des publications de l'Union Européenne. 425 p.
- Mayaux, P., Gond, V., Massart, M., Pain-Orecet, M., Achard, F. (2003). Evolution du couvert forestier du bassin du Congo mesurée par télédétection spatiale. *Bois For. Trop.*, 277: 45-52.
- Banari A., Morrin., Bonn F., Huete A.R. (1995). A review of vegetation indices, *Remote sensing reviews*, 13: 95-120.
- Bardinet., C.I., (1979). Télédétection et environnement dans la zone urbaine et péri-urbaine d'Annaba, U.G.I, Commission de la Cartographie de l'environnement et de sa dynamique, p. 155-164.
- Kyale Koy, J., Andrew Wardell, D., Mikwa, J-F, Masimo Kabuanga, J., Maindo Monga Ngonga, A., Oszwald, 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.
- Belesi, K.H. (2007). Étude floristique, phytogéographique et phytosociologique de la végétation herbeuse du Kwilu Septentrional (RDC). Mémoire de DEA, ULB/Belgique, 88 p.
- Belesi, K.H. (2009). Étude floristique, phytogéographique et phytosociologique de la végétation du Bas-Kassai en RDC. Thèse de doctorat, UNIKIN, 565 p.
- Bogaert J. Bamba I., Kabulu J.P., Koffi K.J., De Conniere C., Visser M., Sobomana S. (2008). Fragmentation of forest landscapes in Central Africa; causes, conséquences and management. In *Patterns and Processes in Forest Landscapes*, Dordrecht: Springer Netherlands.
- Bonn, F. (1996). Précis de télédétection (Volume 2, Applications thématiques). Universités francophones.
- Bonn F., et Rochon G., (1997). Précis de télédétection, volume 1; principes et méthodes, Presses de l'Université du Québec/AUPELF, Sainte-Foy.
- Bruneau M. (1980). Deux approches d'une cartographie de l'environnement dans le pays tropicaux, un symposium international sur la cartographie de l'environnement et de sa dynamique. Université de Caen, p. 263-280, France, Paris.
- Campedel M, Moulines E. (2014). Méthodologie de sélection de caractéristiques pour la classification d'images satellitaires. Ecole Nationale Supérieure des Télécommunication, laboratoire de Traitement du signal et des images. Paris. 16 p.
- Carloz R., Collet C. (2001). Précis de Télédétection, volume 3- Traitement numériques d'image de Télédétection. Presses de l'Université du Québec/AUPELF, Sainte-Foy, 386 p.
- Comifac (2015). Les forêts du bassin du Congo: forêts et changement climatiques, éd. Weyrich, Belgique, 128 p.
- De Wasseige C., Devers D., De marcken P., Eba A., Atyjr, Nasi R. Etmayaux P., (2009). Les forêts du Bassin du Congo: État des forêts 2008. Office des publications de l'Union européenne, 425p.
- Defourny J-P., Delhage C., Kibambe L., J-P., (2012). Analyse quantitative des causes de la déforestation et de la dégradation des forêts en République Démocratique du Congo. Rapport FAO, Kinshasa, République Démocratique du Congo.
- Devred, R. (1958). Carte de sols et la végétation du Congo belge et du Ruanda-Urundi. 10. Kwango. A et B Notice explicative de la carte des sols et de la végétation. INEAC, Bruxelles.
- Dony O., Descombes X., Zeruba J., (2000). Classification d'images satellitaires hyper spectrales en zone rurale et périurbaine. Institut national de recherche n° 4008, 64p.
- Germain, R., Evrad C. (1956). Étude écologique et phytosociologique de la forêt à *Brachystegia laurentii*. Publ. INEAC, sér. Sc.67.105 p.
- De Wasseige C., de Marken P., Bayol N., Hiol Hiol F., Mayaux Ph., Desclée B., Nasi R., Billand A., Defourny P., Eba'a Atyi R., (2012). Les forêts du Bassin du Congo – État des forêts, Luxembourg. Office des publications de l'Union européenne, 276 p.
- Demaze M.T., Polidori L., Fotsing J.M., (2001). Caractérisation multi-échelle et multi-capteur de la déforestation tropicale amazonienne. *Bulletin de la Société française de Photogrammétrie et de Télédétection*, 161: 74-84.

- Dounias E. (2000). La diversité des agricultures itinérantes sur brûlis, in S. Bahuchet (éd.), Les peuples des forêts tropicales aujourd'hui, Bruxelles, APFT-ULB, pp. 65-106.
- Girard, C. (2018). Processing of remote sensing data. Routledge.
- Global Forest Watch (2022). Democratic Republic of the Congo Deforestation Rates & Statistics GFW.
- Letouzey R. (1967). Photo-interprétation en forêt dense camerounaise. In: Colloque sur le rôle des recherches techniques dans le développement de l'emploi des bois tropicaux en Europe.
- Letouzey R. (1969). Manuel de botanique forestière. Afrique Tropicale, CTFT, T. 2B, 461 p.
- Lubini A. (1995). Étude de la flore à *Parinari excelsa* et *Diospyros conocarpa*, *Bull. Jard. Bot. Berg.*, 10: 55-88.
- Malele S. (2003). Situation des ressources génétiques forestières de la République démocratique du Congo. Note thématique sur les ressources génétiques forestières. Document de travail FGR/56F. Département des forêts, Division des ressources forestières. FAO, Rome (non publié).
- Maley J. (1987). Fragmentation de la forêt dense humide africaine et extension des biotopes montagnards au quaternaire récent: nouvelles données polliniques et chronologiques. Implications paléoclimatiques et biogéographiques. *Paleoecol. Africa*, 18: 307-334.
- Mayaux., P., Gond, V., Massort., M., Pain-Orcet, M., Achard, F. (2013). Évolution du couvert forestier du bassin du Congo, mesurée par télédétection spatiale. *Bois et forêt des tropiques*, 277: 45-46.
- Nicolai, H. (1963). Le Kwilu. Étude géographique d'une région congolaise. Ed. CEMUBAC. Bruxelles. 472 p.
- Pain-Orcet, M., Seen, D. L., Fauvet, N., Trébuchon, J. F., Dipapoundji, B. (1998). Les cartes, la télédétection et les SIG, des outils pour la gestion et l'aménagement des forêts tropicales d'Afrique Centrale. CIRAD-Forêt.
- Patapov, P., Turubanova, S.A, Hansen, M., C., Adusie, B., Broich, M. Altsatt, A., Mane, L., Justice, C. O. (2012). Quantifying forest cover loss in democratic republic of the Congo, 2000-2010, with landsat ETMC data remote sensing, *Environmental research letter*, 122:106-116.
- Peltier, R., Biseaux, F., Dubiez., E. Marien, J.N., Muliele, J.C.P., ET Vermeulen, C. (2010). De la culture itinérante sur brûlis aux jachères enrichies productrices de charbon de bois en République Démocratique du Congo. ISDA Montpellier, France, 16p.
- Porchier J.C. (1993). La télédétection et la statistique agricole. *Bulletin technique d'information du Ministère de l'Agriculture et de la forêt*, 13:18-27.
- Schure J., Ingram, V., Akalakou- Mayimba C. (2011). Bois énergie en RDC: Analyse de la filière des villes de Kinshasa et de Kisangani, Rapport CIFOR, ORSTOM paris, France: 179-181.
- Toirambe B. (2002). Valorisation des produits forestiers non ligneux (PFNL) dans la réserve de Biosphère de Luki-Bas-Congo. Mémoire de DEA, ERAIFT, Kinshasa, 187 p.
- Vancutsem, C., Achard, F., Pekel, J.-F., Vieilledent, G., Carboni, S., Simonetti, D., Gallego, J., Aragão, L.E.O.C., Nasi, R. (2021). Long-term (1990–2019) monitoring of forest cover changes in the humid tropics. *Sci. Adv.*, 7: eabe1603.
- Trochain, J.L. (1985). Accord interafricain sur la définition des types de végétations de l'Afrique intertropicale. *Bull. Institut d'études centrafricaines*, 13-14: 55-93.
- Tyukavina, A., Hansen, M., Potapov, P., Parker, D., Okpa, C., Stehman, S., Kommareddy, I., Turubanova, S. (2018). Congo Basin forest loss dominated by increasing smallholder clearing. *Sci. Adv.*, 4: eaat2993.
- UNESCO, PNUE, FAO (1979). Ecosystème forestier tropicaux, 7 place de de Fonteny, 75700, France/Paris.
- White, F. (1983). The vegetation of Africa: a descriptive memoir to accompany the UNESCO/AETFAT/UNSO vegetation map of Africa. *Nat. Ressources Research (UNESCO)*, 20:1-356.
- Wilmet J. (1996). Télédétection aérospatiale, méthodes et applications, SIDES, 300 pages.
- Wolf E. (2005). Rapport de Mission cartographique à Kisantu (RD Congo). SLCD, Bruxelles/ Belgique.
- FAO (2010). Global Forest Resources Assessment (2010), Roma, FAO, Forestry Paper 163.