

Étude comparée de l'évaluation du taux de déforestation dans les forêts du secteur forestier central de la République Démocratique du Congo

Evariste LOKE LOBANGA^{1,2*}, Faustin BOYEMBA BOSELA^{1,2}, Gracia LITUKA LOFUMBU¹, Isaac BOSUANDOLE BOLILA³, John NDJELE MPAPA MWABI¹ et John KATEMBO MUKIRANIA^{2,4}

¹ *Université de Kisangani, Faculté des Sciences, Département d'Ecologie et de Gestion des Ressources Végétales, Kisangani, RDC*

² *Université de Kisangani, Faculté des Sciences, Laboratoire d'Ecologie et Aménagement Forestier, Kisangani, RDC*

³ *Institut Supérieur Pédagogique d'Isangi, Section de Biologie, RDC*

⁴ *Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques de Bengamisa, RDC*

(Reçu le 03 Avril 2021 ; Accepté le 29 Juin 2021)

* Correspondance, courriel : juniorloke2001@gmail.com

Résumé

Le secteur forestier central de la République Démocratique du Congo regorge de vastes étendues de forêts tropicales qui jouent un rôle crucial dans la régulation des flux de CO₂ entre la surface terrestre et l'atmosphère. Ces forêts, d'une importante biodiversité floristique, sont constituées de paysages différents suivant les types forestiers et les sites. Cependant, la démographie galopante actuelle soumet les massifs forestiers de l'ex province Orientale à d'importantes pressions anthropiques, variant suivant les différents sites et entraînant d'importantes pertes du couvert forestier. Les points chauds de perte de couvert forestier sont principalement localisés autour des grandes villes et le long des axes routiers. L'analyse diachronique comparée des paysages peut servir à montrer l'effet des actions anthropiques sur l'occupation du sol des sites étudiés. La présente étude a pour objectif de comparer la dynamique paysagère dans trois sites expérimentaux du projet REDD de cette ex province (Isangi, Uma et Mambasa) pour la période 2000 - 2012. Les matrices de transition - résultant de l'analyse combinée des images satellites Landsat et SPOT ont permis de montrer que l'occupation du sol a profondément changé et de manière différente entre ces sites. Ces changements d'occupation du sol ont été principalement induits par la pression démographique et les pratiques agricoles non durables. Les campagnes de terrain menées durant cette étude ont montré que les zones de déforestation ont été substituées par des écosystèmes anthropisés (champs agricoles, jachères de différents âges, forêts secondaires, etc.).

Mots-clés : *évaluation, taux de perte du couvert forestier, L'ex Province Orientale, République Démocratique du Congo.*

Abstract

Comparative study of the assessment of the deforestation rate in the forests of the central forest sector of the Democratic Republic of Congo

The central forest area of the Democratic Republic of Congo is full of vast tracts of tropical forests that play a crucial role in regulating CO₂ fluxes between the earth's surface and the atmosphere. These forests, with their high floristic biodiversity, are made up of different landscapes depending on the forest type and the site. However, the current rapid population growth is subjecting the forests of the former Oriental Province to significant anthropogenic pressures, which vary according to the different sites and lead to significant losses of forest cover. The hotspots of forest cover loss are mainly located around the large cities and along the main roads. Comparative diachronic landscape analysis can be used to show the effect of anthropogenic actions on the land cover of the sites studied. The present study aims to compare landscape dynamics in three experimental sites of the REDD project in this former province (Isangi, Uma and Mambasa) for the period 2000 - 2012. The transition matrices - resulting from the combined analysis of Landsat and SPOT satellite images - showed that land use has changed profoundly and in different ways between these sites. These land use changes were mainly induced by demographic pressure and unsustainable agricultural practices. The field campaigns conducted during this study showed that deforestation areas have been replaced by anthropised ecosystems (agricultural fields, fallow land of different ages, secondary forests, etc.).

Keywords : *assessment, rate of forest cover loss, the Former Orientale Province, Democratic Republic of Congo.*

1. Introduction

La République Démocratique du Congo (RDC) regorge environ la moitié de forêts du bassin du Congo, second grand bloc forestier de la forêt tropicale humide après celui du bassin de l'Amazonie [1 - 3]. Ces forêts jouent un rôle crucial dans la régulation des flux de CO₂ entre la surface terrestre et l'atmosphère [4]. Ces forêts, d'une importante biodiversité floristique, sont constituées de paysages différents suivant les types forestiers et les sites. Cependant, la démographie galopante actuelle soumet les massifs forestiers de la RDC à d'importantes pressions anthropiques, variant suivant les différents sites et entraînant d'importantes pertes du couvert forestier [2 - 4]. Ces massifs forestiers sont exploités pour le bois d'œuvre, pour le bois énergie et le charbon de bois, pour l'exploitation minière [2, 4, 6, 7] et surtout défrichées pour les cultures de subsistances [2, 4]. Il y a peu que ces mêmes forêts sont défrichées pour les cultures de rente surtout dans ses zones de lisière avec les zones montagnardes de l'Est du pays [3]. Longtemps abandonnées dans un état de dégradation accélérée, les principales voies de transport de la RDC subissent de plus en plus la modernisation [8]. Aussi, longtemps exploitées pour les cultures maraîchères, les terres des zones montagnardes du pays deviennent de plus en plus non fertiles. Ces 2 phénomènes couplés à la forte densité de population et aux conflits armés dans ces régions de montagnes démontrent que ses habitants ont de plus à plus de mal à se nourrir et à trouver un cadre de vie adapté. Dans notre cas, la mise en relation de ces trois phénomènes pousse les habitants du Kivu à migrer vers les zones forestières de basse altitude à la recherche des terres fertiles et des régions sans conflits armés. Cette population migrante cultive le cacao, le café, le bananier et autres cultures de subsistance sur de grandes superficies (au-delà de 1ha par champs) [4, 9]. Toutes ses activités susmentionnées faites au détriment des forêts ont leurs points chauds localisés aux abords des voies de transport [3, 10]. C'est ainsi que aux abords des grands axes routiers du pays, on trouve des zones naturelles qui disparaissent rapidement suite à la pression de l'homme tandis qu'aux frontières de la majorité de ces entités sous pression de l'homme, la dynamique de la végétation est toute particulière : la végétation recouvre rapidement des espaces non utilisés par l'homme. Aussi, dans la

majorité des pays du bassin du Congo, les chasseurs pratiquent la chasse toute l'année et n'observent jamais la période de fermeture de la chasse fixée par les législations nationales. Ceci illustre la part de l'administration dans la gestion de la biodiversité du bassin du Congo. Cette chasse pratiquée non seulement pendant les mois d'ouverture a des conséquences néfastes sur la biodiversité faunique et floristique de la forêt. Dans notre cas, la chasse non durable pratiquée en RDC, pousse les chasseurs à installer des campements qui, parfois peuvent demeurer permanents. Aussi, le long des cours d'eau qui baignent les massifs forestiers des zones forestières de la RDC, on trouve aussi des campements des pêcheurs. Dans tous les cas, autour de ces campements, surtout les cours d'eau importants pour les pêcheurs, on peut trouver des villages clandestins, à l'intérieur du massif forestier, aux bords desquels, la population pratique l'agriculture de subsistance dans les jardins de case. Ces campements sont à la base des ouvertures forestières qui peuvent s'avérer parfois importantes [2, 10, 11]. Les statistiques signalent que la couverture forestière de la RDC était d'environ à 1 558 174 km², soit 60 % du territoire national à l'an 2010 [12]. Cette couverture forestière a enregistré un taux de perte oscillant 2,34 % en moyenne entre 2000 et 2010. Depuis une décennie, ce taux ne cesse de grimper : estimé à 1,09 % entre les années 2000 et 2005, il a atteint 1,25 % entre les années 2005 et 2010. Ceci démontre que la pression de l'homme sur les forêts congolaises augmente du jour au jour.

Cette pression demeure importante autour de grandes agglomérations et autour des voies de transport [2, 13 - 17]. Ainsi, réaliser un recul temporel sur plus de 30 ans dans les massifs forestiers de la RDC pourra permettre d'évaluer l'ampleur des changements de la forêt voire d'obtenir des tendances d'évolution des processus qui s'y déroulent (perte/restauration du couvert forestier, dynamique naturelle des types forestiers, anthropisation/urbanisation, etc.). Cette étude a pour objectifs d'évaluer la dynamique du couvert forestier dans les sites du Projet pour la période 2000-2012 ciblés dans le secteur forestier central de la RDC. Les données utilisées dans le cadre de cette étude proviennent de l'initiative Global Forest Watch (<http://www.globalforestwatch.org/>) et ont été produites par le Département de Géographie de l'Université du Maryland [18]. Ces produits illustrent la perte annuelle et le gain total du couvert forestier pour la période 2000-2012 à 30 m de résolution spatiale, sur base des images satellites Landsat ETM+. Les différentes strates forestières (forêt primaire, secondaire, savane, etc.) n'ont pas été différenciées. Du fait que les gains de couvert forestier ont été compilés pour l'ensemble de la période (et non sur base annuelle), la présente étude ne présente pas les gains annuels de couvert forestier durant la période analysée. Des images SPOT5 ont permis de discriminer les classes majeures d'occupation du sol dans les différents sites d'étude choisis (Mambasa, Isangi et Uma), notamment pour l'implantation des parcelles forestières en vue des mesures *in situ* liées au stock de carbone.

2. Méthodologie

2-1. Site d'étude

L'étude a été conduite en plein cœur du secteur forestier central (0°30' latitude N et 25°16' longitude E) de la RDC, dans les provinces de la Tshopo et de l'Ituri. Trois sites sont choisis dans le cadre de cette étude. Il s'agit des forêts communautaires d'Isangi (0° 46' latitude N et 24° 16' longitude E) et de Uma (0° 34' latitude N et 25° 52' longitude E) dans la province de Tshopo et de la forêt de Mambasa (1° 22' de latitude Nord 29° 03' de longitude Est) dans la province de l'Ituri. Les distances de ces sites par rapport à la ville de Kisangani, chef-lieu de l'ex province Orientale, sont : 1) 130 km à au Nord-ouest de Kisangani pour Isangi avec 2 900 Km² de scène, 2) 90 Km à l'Est de Kisangani pour Uma avec 830 Km² de scène et 3) 520 km à l'Est de Kisangani pour Mambasa avec 8 800 Km² de scène (**Figure 1**). La végétation

est du type forêt dense ombrophile avec une forte dominance des *Caesalpinaceae*. Selon le rapport préliminaire basé sur les inventaires botaniques dans les parcelles forestières de chacun des sites étudiés [19], *Entandrophragma palustre* STANER est l'espèce caractéristique des forêts établies sur terre hydromorphe à Isangi sur la rive gauche du fleuve Congo tandis que *Scorodophloeus zenkeri* HARMS est l'espèce caractéristique sur terre ferme à Isangi sur la rive droite du fleuve Congo. A Uma, l'espèce *Staudtia kamerunensis* caractérise les forêts établies sur terre ferme. *Cynometra alexandri* C.H. WRIGHT est l'espèce qui caractérise les forêts établies sur terre ferme à Mambasa. Selon ce même rapport, les forêts de Isangi à la rive droite du fleuve Congo et de Uma sont plus proches floristiquement car bénéficiant d'une distance géographique moindre entre elles et des altitudes assez proches comparativement aux forêts de Mambasa, localisées dans la zone de lisière entre les forêts denses humides congolaises et les forêts dites d'altitude. Du point de vue démographique, Mambasa et Isangi sont plus peuplés par rapport à Uma, qui est uniquement occupé le long de la route nationale numéro 4 (route Ituri). Suite à une démographie de plus en plus galopante dans les villages, cités et villes de cette province, notamment à Isangi et à Mambasa, ainsi qu'à la pression de l'homme sur les ressources forestières, les forêts de ce secteur subissent des pressions sous diverses formes : agricultures de subsistance et industrielles, chasse et récolte, bois de chauffe y compris le charbon de bois et autres. Aussi, peut-on remarquer dans ce secteur, des modifications dans le couvert forestier longeant les voies de transport (cours d'eau, routes, etc.).

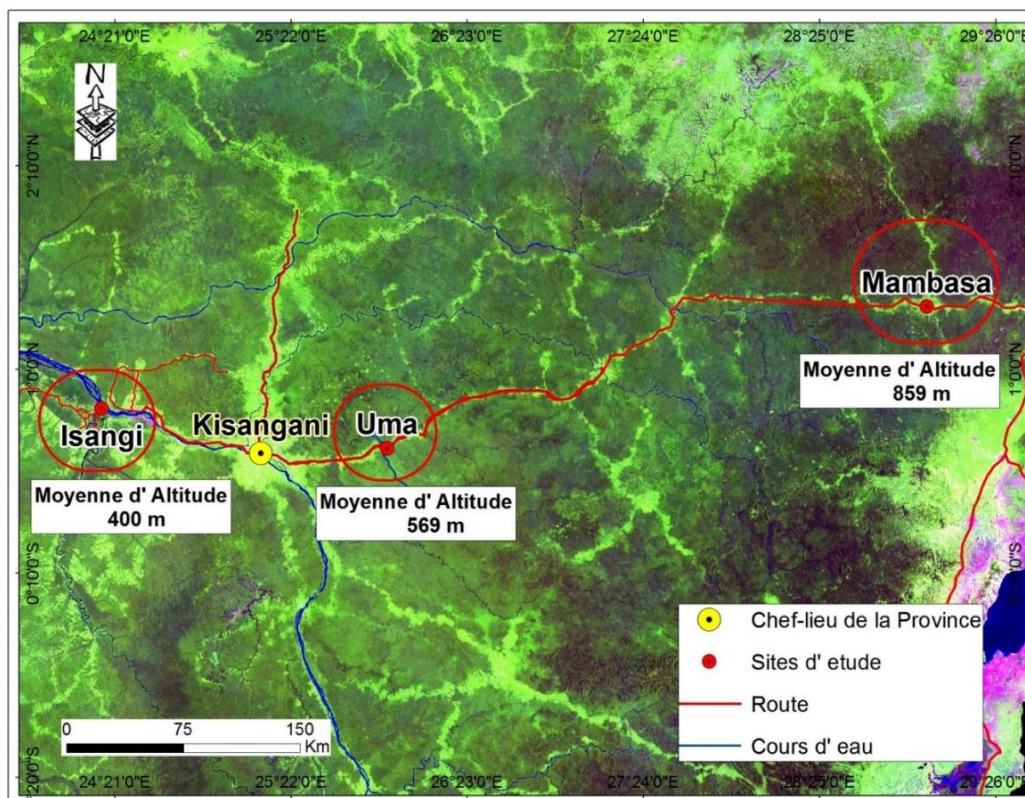


Figure 1 : Localisation du site d'étude

2-2. Méthodologie

Les superficies forestières pour l'année de base (2000) ont été extraites des données *Tree Cover* fournies par [18]. Les critères (1), (2) et (3) ci-dessous correspondant à la définition de la forêt pour la RDC dans le cadre de la Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique (CNUCC) ont été utilisés :

- Taux de recouvrement minimal par la canopée de 10 % - 30 %. Le seuil de 30 % a été retenu dans le cadre de la présente étude.
- Hauteur potentielle des arbres à maturité entre 2-5 m. Les données *Tree Cover* ne concernent que les arbres ayant une hauteur d'au moins 5 m à maturité [18].
- Superficie minimale du peuplement entre 0.05-1 ha. Avec une résolution de 30 m x 30 m, un pixel Landsat couvre une superficie de 0.09 ha.

Ainsi, les données *Tree Cover* permettent de fournir une estimation de la couverture forestière en conformité avec les critères requis par la RDC dans le cadre de la CNUCCC [18]. L'indicateur de suivi de la dynamique forestière pour la présente étude est le taux annuel de perte du couvert forestier durant la période 2000-2012 pour chacun des sites d'étude. Ce taux est calculé selon la **Formule** ci-dessous :

$$Tx \text{ an. perte du cov. for. (\%)} = \frac{(Superficie \text{ forestière } T1 - Superficie \text{ forestière } T2)}{Superficie \text{ forestière } T1} \times 100 \quad (1)$$

avec, *T1* : année de départ (par ex. 2000) et *T2* : année de fin (par ex. 2001).

Un code informatique en langage Python a permis d'extraire automatiquement les superficies forestières ainsi que les pertes et les taux de perte de couvert forestier dans les trois sites d'étude durant la période 2000-2012. L'interprétation de ces résultats sur l'évolution du couvert forestier a été réalisée sur base de l'expertise du personnel du Projet.

3. Résultats

Pour l'ensemble des sites du Projet, on constate que (1) le site d'Isangi est celui dont la pression sur les ressources forestières est la plus importante et (2) une évolution en dents de scie de la perte du couvert forestier durant la période 2000-2012 (**Figure 2**). Sur base périodes annuelles entre 2000 et 2012, on constate aussi qu'il y a des périodes où les pertes de couvert forestier sont en augmentation (2009-2010) ou en diminution (2002-2003, 2007-2008 et 2009-2010) pour l'ensemble des trois sites. Certaines périodes sont caractérisées par une augmentation de perte du couvert forestier dans deux sites tandis qu'une diminution est constatée pour le troisième site (2003-2004, 2004-2005, 2006-2007, 2011-2012) ou l'inverse (2005-2006, 2009-2010, 2010-2011). Ces évolutions en dents de scie doivent être caractérisées en fonction des événements majeurs survenus dans ces trois sites, en vue de mettre en évidence les causes directes et indirectes de la perte du couvert forestier dans la zone du Projet.

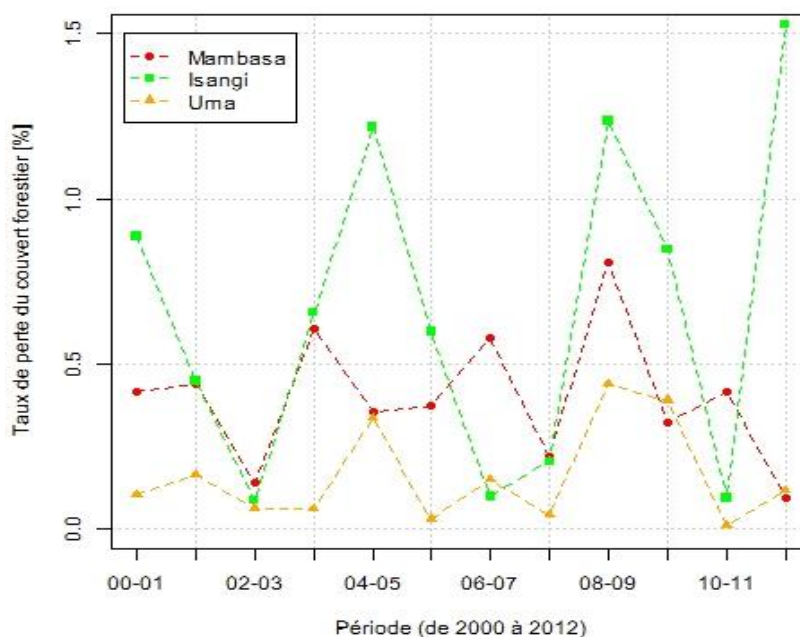


Figure 2 : Évolution annuelle de la perte du couvert forestier pour les 3 sites du Projet

Les résultats de l'analyse de la dynamique de changement du couvert forestier pour chacun des trois sites sont présentés ci-dessous.

3-1. Isangi

En 2012, la couverture forestière pour Isangi a été évaluée à 269 136 ha, représentant 94 % de la superficie totale de la zone tandis que l'étendue des zones non boisées (établissements humains, cours d'eau, etc.) a été évaluée à 16 372 ha, soit environ 6 % de l'étendue totale de la zone. Durant la période 2000-2012, les pertes de couvert forestier à l'échelle du site d'Isangi ont représenté 7.6 % de la superficie forestière en 2000 et le taux annuel moyen de perte de couvert forestier entre 2000 et 2012 a été évalué à 0.66 %, soit environ trois fois le taux moyen de perte du couvert forestier en RDC pour la période 2000-2010.

Tableau 1 : Superficie (ha) de la perte de couvert forestier entre 2000 et 2012 pour le site de Isangi

Périodes	Superficie forestière (ha)	% de superficie forestière par rapport à la superficie forestière en 2000	Perte annuelle de couvert forestier (ha)	Taux annuel de perte de couvert forestier (%)
2000-2001	266 750	99.11	2 386	0.89
2001-2002	265 555	98.67	1 196	0.45
2002-2003	265 324	98.58	231	0.09
2003-2004	263 584	97.94	1 740	0.66
2004-2005	260 373	96.74	3 212	1.22
2005-2006	258 819	96.17	1 554	0.6
2006-2007	258 564	96.07	255	0.1
2007-2008	258 037	95.88	527	0.2
2008-2009	254 847	94.69	3 190	1.24
2009-2010	252 686	93.89	2 161	0.85
2010-2011	252 450	93.80	236	0.09
2011-2012	248 591	92.37	3 858	1.53

Les pertes du couvert forestier dans le site de Isangi sont importantes à la fois autour de la cité de Isangi, dans la partie Sud-Est ainsi que dans la partie Nord. Les axes de communication (routes, rivières et fleuve Congo) jouent un rôle primordial quant à la distribution de la perte du couvert forestier dans cette zone du Projet. La présence/proximité d'agglomérations ayant une importante population dont la source d'énergie principale est le bois-énergie ou le charbon de bois (ex. Isangi et Yangambi) est le moteur prépondérant de la perte du couvert forestier. L'influence des axes de communication sur la perte du couvert forestier est par ailleurs perceptible au Sud de la partie centrale de la zone d'étude (*Figure 3*).

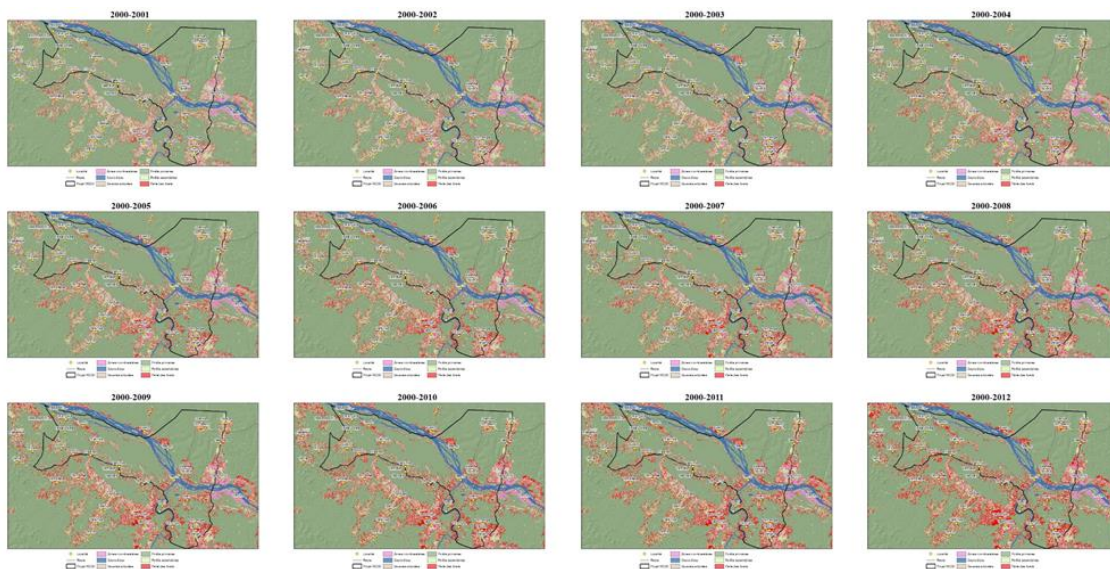


Figure 3 : Représentation spatialisée des pertes du couvert forestier pour le site d'Isangi

Entre 2000 et 2012, les pertes annuelles du couvert forestier sont caractérisées par des pics ascendants et descendants, avec un maximum de 1.5 %, environ 7 fois la moyenne nationale estimée pour la période 2000 et 2010. Les minimas correspondent plutôt aux périodes 2002-2003 (0.087 %), 2006-2007 (0.098 %) et 2010-2011 (0.093 %) (*Figure 4*).

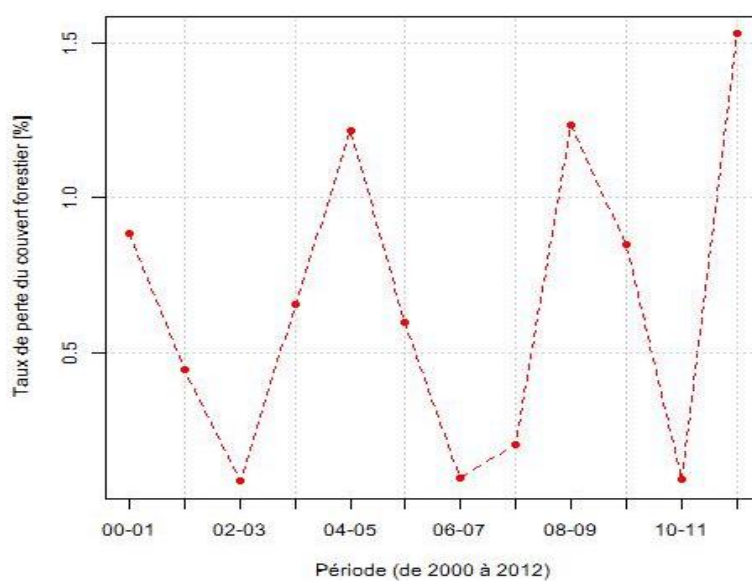


Figure 4 : Évolution du taux annuel de perte de couvert forestier dans la zone d'Isangi

3-2. Mambasa

En 2012, la couverture forestière pour le site de Mambasa a été évaluée à 871 241 ha (*Tableau 1*), représentant 99 % de la superficie totale de la zone tandis que l'étendue des zones non boisées (établissements humains, zones non forestières, cours d'eau, etc.) a été évaluée à 9 685 ha soit 1 % de l'étendue totale de la zone. Durant la période 2000-2012, les pertes de couvert forestier à l'échelle du site de Mambasa ont représenté 4.68 % de la superficie forestière en 2000 et le taux annuel moyen de perte de couvert forestier entre 2000 et 2012 a été évalué à 0.4 % (*Tableau 2*), correspondant quasiment au double de la perte du couvert forestier à l'échelle nationale de la RDC pour la période 2000-2010.

Tableau 2 : Superficie (ha) de la perte de couvert forestier entre 2000 et 2012 pour le site de Mambasa

Période	Superficie forestière (ha)	% de superficie forestière par rapport à la superficie forestière en 2000	Perte annuelle de couvert forestier (ha)	Taux annuel de perte de couvert forestier (%)
2000-2001	867 615	99.58	3 626	0.42
2001-2002	863 805	99.15	3 810	0.44
2002-2003	862 570	99	1 237	0.14
2003-2004	857 322	98.40	5 248	0.61
2004-2005	854 269	98.05	3 053	0.36
2005-2006	851 061	97.68	3 209	0.38
2006-2007	846 137	97.12	4 923	0.58
2007-2008	844 258	96.90	1 880	0.22
2008-2009	837 457	96.12	6 801	0.80
2009-2010	834 752	95.81	2 704	0.32
2010-2011	831 272	95.41	3 481	0.42
2011-2012	830 467	95.32	774	0.09

Tel qu'illustré sur la *Figure 5*, les pertes de couvert forestier sont majoritairement localisées dans le Sud-Est du site, dans la zone correspondant à l'emplacement de la concession forestière d'ENRA. Cette activité d'exploitation forestière entraîne probablement une série d'autres activités liées à l'exploitation artisanale et/ou illégale du bois. La proximité de cette zone du Projet avec des villes importantes comme Beni, dont la population croissante utilise le charbon de bois ainsi que le bois-énergie comme principale énergie ménagère, accentue l'extraction des produits ligneux du site de Mambasa pour l'approvisionnement de la population. Les pertes de couvert forestier sont aussi localisées le long des axes routiers, notamment l'axe Munuzi - Mambasa et le long de la Route Nationale 4 (RN4), sur l'axe Komanda - Mambasa. Ces pertes de couvert forestier sont essentiellement dues à des champs paysans en bordure de route. Ces champs prennent de plus en plus d'ampleur suite notamment à une importante immigration de populations venues du Nord-Kivu voisin. Enfin, les pertes de couvert forestier autour des grands centres tels que Mambasa et Komanda sont essentiellement liées à l'approvisionnement des populations riveraines en énergie-bois et en charbon de bois.

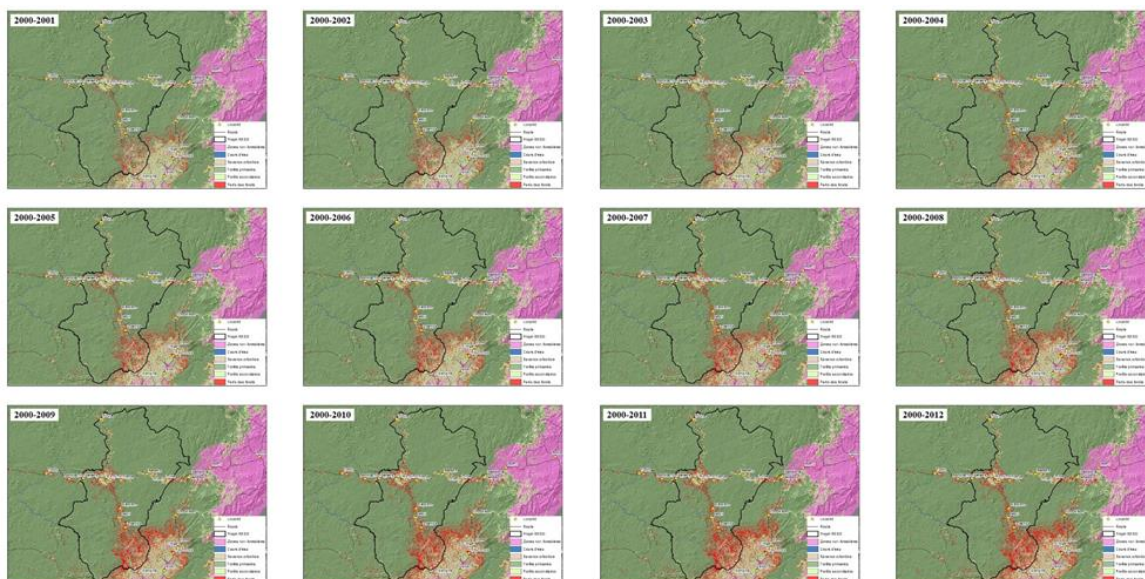


Figure 5 : Représentation spatialisée des pertes du couvert forestier pour le site de Mambasa

D’une année à une autre, les pertes de couvert forestier ne sont cependant pas uniformes. Le taux de perte du couvert forestier dans le site de Mambasa a atteint des minimas avoisinant 0.1 % (périodes 2002-2003 et 2011-2012) ainsi qu’un maximum exceptionnel de l’ordre de 0.8 % durant la période 2008-2009. D’un point de vue spatial, ce maximum correspond à un déboisement important dans le Sud-Est du site de Mambasa (*Figure 6*).

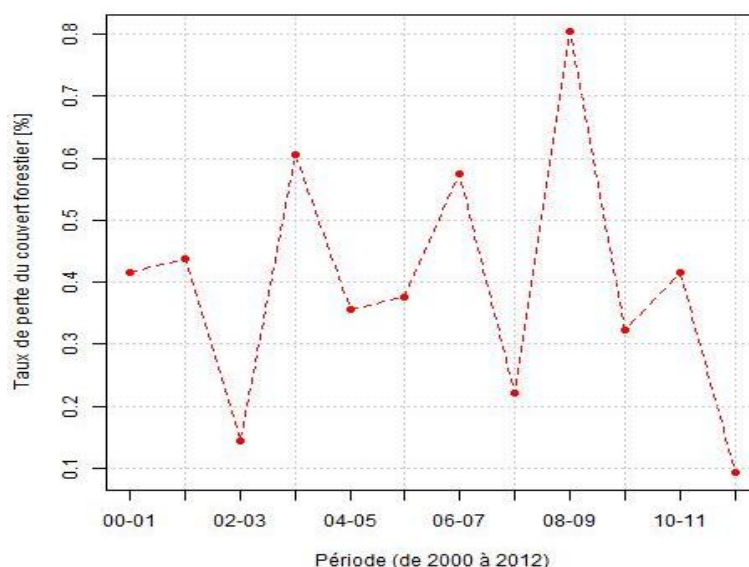


Figure 6 : Évolution du taux annuel de perte de couvert forestier dans la zone de Mambasa

3-3. Uma

Le site de Uma est celui dont les pertes de couvert forestier durant la période d’étude sont les plus faibles comparativement aux sites d’Isangi et de Mambasa. En 2012, la couverture forestière pour le site de Uma a été évaluée à 79 026 ha, représentant 99 % de la superficie totale de la zone tandis que l’étendue des zones non boisées (établissements humains, cours d’eau, etc.) a été évaluée à 777 ha soit environ 1 % de

l'étendue totale de la zone. Durant la période 2000-2012, les pertes de couvert forestier à l'échelle de la zone ont représenté 1.89 % de la superficie forestière en 2000 et le taux annuel moyen de perte de couvert forestier entre 2000 et 2012 a été évalué à 0.16 % (**Tableau 3**).

Tableau 3 : Superficie (ha) de la perte de couvert forestier entre 2000 et 2012 pour le site de Uma

Période	Superficie forestière (ha)	% de superficie forestière par rapport à la superficie forestière en 2000	Perte annuelle de couvert forestier (ha)	Taux annuel de perte de couvert forestier (%)
2000-2001	78 944	99.90	82	0.10
2001-2002	78 815	99.73	129	0.16
2002-2003	78 765	99.67	50	0.06
2003-2004	78 716	99.61	49	0.06
2004-2005	78 452	99.27	264	0.34
2005-2006	78 428	99.24	24	0.03
2006-2007	78 309	99.09	118	0.15
2007-2008	78 277	99.05	33	0.04
2008-2009	77 932	98.62	345	0.44
2009-2010	77 628	98.23	303	0.39
2010-2011	77 622	98.22	7	0.01
2011-2012	77 531	98.11	91	0.12

Comme pour les autres sites du Projet, l'évolution de la perte du couvert forestier pour le site de Uma se présente en dents de scie, avec une série de maxima atteints en 2004-2005 (0.34 %), 2008-2009 (0.44 %) et 2009-2010 (0.39 %). Les valeurs minimales de pertes de couvert forestier sont par contre signalées pour les périodes 2002-2003 et 2003-2004 (0.06 %), 2005-2006 (0.03 %), 2007-2008 (0.04 %) et particulièrement 2010-2011 (0.01 %) (**Figure 7**). Les pertes de couvert forestier sont principalement localisées le long de l'axe Bafwasende – Kisangani. Tel qu'observé pour l'ensemble des sites du Projet, les axes de communication jouent un rôle prépondérant quant à l'occurrence des zones de perte de couvert forestier (**Figure 8**).

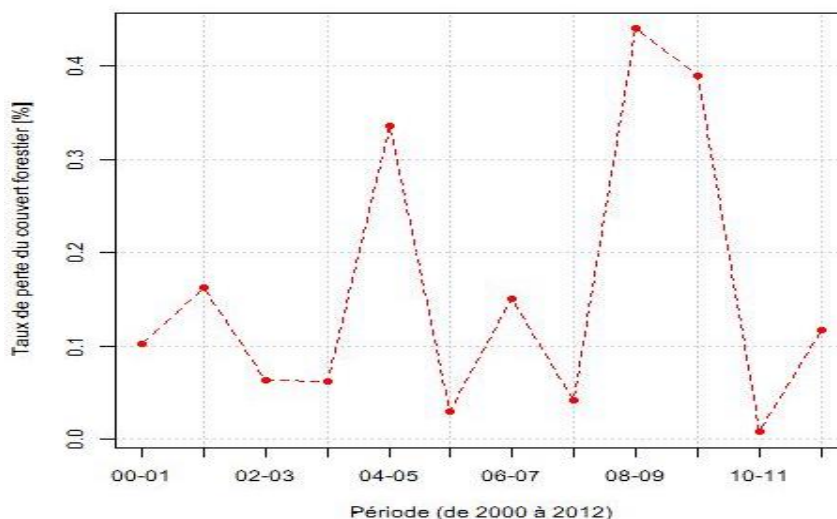


Figure 7 : Évolution du taux annuel de perte de couvert forestier dans la zone de Uma

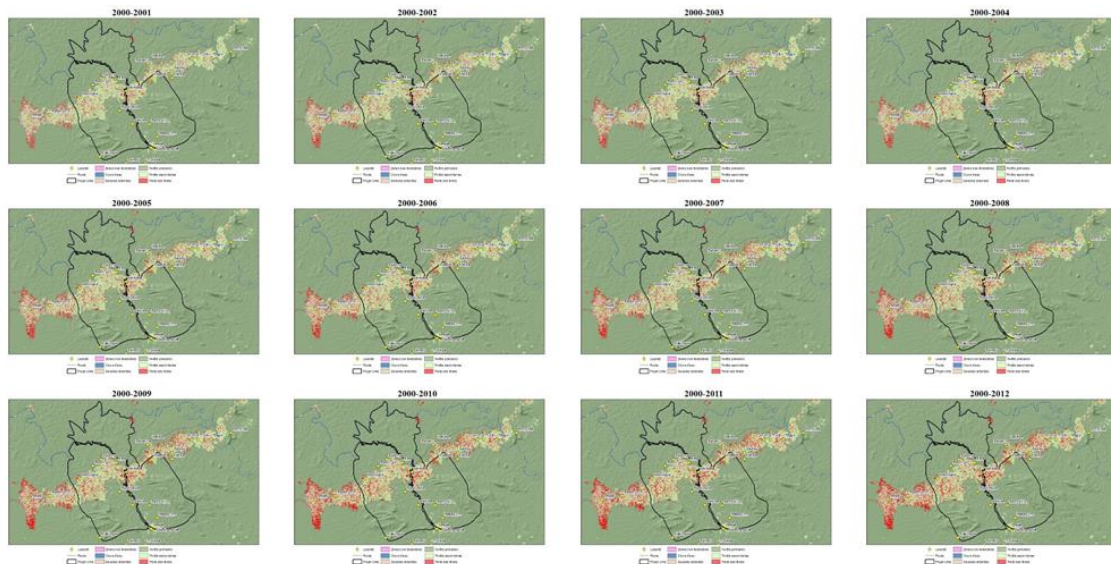


Figure 8 : *Évolution du taux annuel de perte de couvert forestier dans la zone de Uma*

4. Discussion

4-1. Influence des agglomérations et des voies de transport sur la distribution spatiale des pertes du couvert forestier

Dans la présente étude, l'analyse combinée des images Landsat et SPOT a permis de discriminer les zones de perte de couvert forestier pour la période 2000-2012 dans chacun des sites d'étude. Pour l'ensemble des années (2000-2012), les pertes de couvert forestier sont essentiellement localisées le long des voies de transport (routes et réseau hydrographique navigable) et autour des centres habités. En Afrique tropicale, nombreuses études ont déjà élucidé la corrélation positive qui existe entre les infrastructures de transport et la déforestation [14 - 16, 21 - 23]. Pour ces auteurs, les infrastructures de transport, si elles sont en bon état, restent de loin l'un des moteurs primordiaux de la déforestation : elles augmentent la fragmentation forestière et diminuent la reconstitution de la forêt. Tout en mentionnant la vétusté des infrastructures routières dans nos sites d'étude, comme signalé par [24] pour l'ensemble du bassin du Congo, nous notons la part importante du réseau hydrographique navigable dans la déforestation de nos sites d'étude. C'est pourquoi le site d'Isangi localisé en plein cœur du lit du fleuve Congo, bénéficiant d'un réseau hydrographique important, occupe le premier rang de taux de perte du couvert forestier sur l'ensemble des années d'étude. Aussi, [15] signalent que, dans la L'ex province Orientale de la RDC, à travers les activités de l'homme, la densité de la population entraîne la modification de la configuration du paysage forestier. Ce phénomène entraîne différents processus de transformation spatiale dans le paysage forestier. La finalité de ces processus étant la dégradation et la réduction du couvert forestier.

4-2. Le mode de vie des populations riveraines influe sur la distribution spatiale des pertes du couvert forestier dans les zones moins accessibles

Après interprétations de la distribution spatiale des processus de déforestation dans la région de Uma, pouvons-nous dire que contrairement à la flore, la faune est très exploitée à Uma. La population de Uma, localisée de part et d'autres de la RN4, pratique la chasse toute l'année et s'intéresse peu à l'agriculture. Les chasseurs n'observent jamais la période de fermeture de la chasse fixée par la législation nationale, ce

qui illustre la part de l'administration dans la gestion de la biodiversité. Cette chasse pratiquée non seulement pendant les mois d'ouverture a des conséquences néfastes sur la biodiversité faunique et floristique de cette forêt. Dans notre cas, la chasse non durable pratiquée à Uma pousse les chasseurs à installer des campements qui, parfois peuvent demeurer permanents. Aussi, le long des cours d'eau qui baignent le massif forestier de Uma ainsi que chacun de nos sites, on trouve aussi des campements des pêcheurs. Dans tous les cas, autour de ces campements, surtout les cours d'eau importants pour les pêcheurs, on peut trouver des villages clandestins, à l'intérieur du massif forestier, aux bords desquels, la population pratique l'agriculture de subsistance dans les jardins de case. Ces campements sont à la base des ouvertures forestières qui peuvent s'avérer parfois importantes. Ce phénomène atteste la thèse avancée par [2] stipulant que, dans le massif forestier du bassin du Congo, les processus de perte du couvert forestier se développent aussi dans les zones moins accessibles.

4-3. Proximité du massif forestier avec les zones de forte densité et des frontières nationales entraîne la déforestation de grand gabarit

Toutes les allégations ci-haut énumérées doivent être mises en relief avec la densité de la population dans chacun des sites. Nombreux auteurs ont soutenu la thèse stipulant qu'en Afrique tropicale, l'augmentation de la population riveraine des forêts s'accompagnent d'une demande des terres et des produits issus de l'agriculture. Cette situation peut occasionner l'augmentation des terres agricoles au détriment des zones forestières. Aussi, le taux de perte du couvert forestier peut augmenter plus dès lors que la croissance de la population se suit d'une demande des terres à cultiver et des combustibles, surtout le charbon de bois [2]. Dans notre cas, depuis quelques années, suite à la forte densité de la population dans le Nord-Kivu, une partie de cette population va à la recherche des terres agricoles dans le territoire de Mambasa. Aussi, cette même population pratique de l'exploitation artisanale du bois d'œuvres qui est revendu dans les pays de l'Est africain (Uganda, Kenya et Tanzanie). A ceci s'ajoute la fabrication quotidienne du charbon de bois qui est envoyé sur les marchés du Nord-Kivu (Beni, Butembo) et dans certaines grandes agglomérations de du territoire de Mambasa (Bunia, Komanda). Cette activité se concentre quasiment autour des individus de l'espèce *Cynometra alexandri* C.H. WRIGHT, qui dans la région est prise pour une « espèce végétale magique » car son charbon de bois est très apprécié par ses consommateurs. Dans la portion Sud-ouest de ce territoire, l'ENRA fait l'exploitation industrielle du bois d'œuvre. La combinaison de toutes ces pratiques est visible dans la partie sud-ouest du site de Mambasa, où l'on voit de gros morceaux de forêts qui disparaissent et qui font penser sans doute à une exploitation forestière industrielle.

5. Conclusion

Trois sites expérimentaux du projet REDD ont fait l'objet de la présente étude. Parmi ceux-ci, le site d'Isangi présente le taux de perte du couvert forestier le plus élevé, avec des valeurs annuelles maximales atteignant près de 7 fois le taux moyen annuel de la perte de couvert forestier pour l'ensemble de la RDC durant la période 2000-2010. Le site de Uma est celui qui présente le taux le plus faible de perte de couvert forestier durant la période d'étude. Les axes de transport jouent un rôle prépondérant dans l'occurrence spatiale des pertes de la couverture forestière pour l'ensemble des trois sites. La proximité/présence d'agglomérations importantes accentue la pression anthropique sur les ressources ligneuses, du fait de l'approvisionnement des populations locales en charbon de bois et bois-énergie comme première source d'énergie ménagère. La présence d'exploitations forestières industrielles, tel qu'au Sud-Est du site de Mambasa, est un autre facteur d'ampliation de la pression sur les ressources ligneuses. Pour le cas du site de Mambasa en particulier, l'immigration massive durant la décennie 2000-2010 des populations originaires du Nord-Kivu a été à la base d'une pression accrue sur les ressources forestières durant la période d'étude.

Références

- [1] - P. MAYAUX, E. BARTHOLOMÉ, S. FRITZ & A. BEWARD, A new land-cover map of Africa for the year 2000. *Journal of Biogeography*, 31 (2004) 861 - 877
- [2] - C. DE WASSEIGE, P. DE MARCKEN, N. BAYOL, F. HIOL HIOL, PH. MAYAUX, B. DESCLEE, R. NASI, A. BILLAND, P. DEFOURNY et R. EBA'A, « Les forêts du bassin du Congo - État des Forêts 2010 ». Office des publications de l'Union Européenne. Luxembourg, (2012) 276 p. ISBN : 978-92-79-22717-2 doi : 10.2788/48 830
- [3] - G. MOLINARIO, MC. HANSEN and PV. POTAPOV, Forest cover dynamics of shifting cultivation in the Democratic Republic of Congo : a remote sensing-based assessment for 2000–2010. *Environ. Res. Lett.* 10 094009, (2015)
- [4] - I. ZHURAVLEVA, S. TURUBANOVA, PV. POTAPOV, M. HANSEN, A. TYUKAVINA, S. MINNEMEYER S. , N. LAPORTE, S. GOETZ, F. VERBELEN and C. THIES, Évaluation de la dégradation des forêts primaires par satellite en République démocratique du Congo, 2000-2010. *Environ. Res. Lett.*, 8 (2013) 024034
- [5] - A. TYUKAVINA, SV. STEHMAN, PV POTAPOV, SA. TURUBANOVA, A. BACCINI, SJ. GOETZ, N. LAPORTE, RA. HOUGHTON et MC. HANSEN, Estimation à l'échelle nationale de la perte brute de carbone en surface des forêts : une étude de cas de la République démocratique du Congo. *Environ. Res. Lett.*, 8 (2013) 044039
- [6] - WWF, Living Planet Report 2006. Gland, Switzerland, (2006)
- [7] - N. LAPORTE, F. MERRY, A. BACCINI, S. GOETZ, J. STABACH & M. BOWMAN, Reducing emissions from deforestation and forest degradation (REDD): Reducing CO² Emissions from Deforestation and Degradation in the Democratic Republic of Congo - A First Look. A Report for the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) Conference of the Parties (COP), Thirteenth Session, 3-14 December 2007, Bali, Indonesia. Woods Hole Research Center, Falmouth, MA. <http://whrc.org/policy/BaliReports/index.htm>, (2007)
- [8] - C. DE WASSEIGE, J. FLYNN, D. LOUPPE, F. HIOL HIOL, PH. MAYAUX, The forests of the Congo — State of the Forest 2013. OFAC, (2014)
- [9] - D. DRAULANS et VAN KRUNKELSVEN, The impact of war on forest areas in the Democratic Republic of Congo. Cambridge University Press, (2002)
- [10] - S. LANG, E. SCHÖPFER & T. PRINZ, Sustainable Urban Planning : A Spatial-Explicit Mapping and Evaluation Approach for Monitoring Urban Green. *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, XIII*, (2007) 5337 - 5340 p.
- [11] - H. NAGENDRA, DK. MUNROE, J. SOUTHWORTH, Du modèle au processus: fragmentation du paysage et analyse de l'utilisation des terres / changement de couverture terrestre. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2003.09.003>, (2004)
- [12] - OSFAC, 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>, (2010)
- [13] - I. BAMBA, Y. S. S. BARIMA & J. BOGAERT, Influence de la densité de la population sur la structure spatiale d'un paysage forestier dans le Bassin du Congo en R. D. Congo. *Tropical Conservation Science*, 3 (1) (2010a) 43 - 56
- [14] - I. BAMBA, A. MAMA, D. F. R. NEUBA, K. J. KOFFI, D. TRAORE, M. VISSER, B. SINSIN, J. LEJOLY & J. BOGAERT, Influence des actions anthropiques sur la dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol dans la province du Bas-Congo (R.D. Congo). *Sciences & Nature*, 5 (1) (2008) 49 - 60 p.

- [15] - I. BAMBA, N. SHIMBA, L. IYONGO, J. LEJOLY & J. BOGAERT, Impact de l'anthropisation sur la composition paysagère de l'île Mbiye en R.D. Congo. *5ième colloque d'écologie des communautés végétales*, (2009) 50 p.
- [16] - I. BAMBA, M. S. YEDMEL & J. BOGAERT, Effets des routes et des villes sur la forêt dense dans la province Orientale de la République Démocratique du Congo. *European Journal of Scientific Research*, 43 (3) (2010b) 417 - 429 p.
- [17] - C. ERNST, A. VERHEGGEN, C. BODART, P. MAYAUX, C. DE WASSEIGE, A. BARARWANDIKA, G. BEGOTO, F. ESONO MBA, M. IBARA, A. KONDJO SHOKO, H. KOY KONDJO, J. S. MAKAK, J. D. MENOMO BIANG, C. MUSAMPA, R. NCOGO MOTOGO, G. NEBA SHU, B. NKOUMAKALI, C. B. OUISSIKA and P. DEFOURNY, Congo Basin forest cover change estimate for 1990, 2000 and 2005 by Landsat interpretation using an automated object-based processing chain. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XXXVIII-4/C7, (2010)
- [18] - M. C. HANSEN, P. V. POTAPOV, R. MOORE, M. HANCHER, S. A. TURUBANOVA, A. TYUKAVINA, D. THAU, S. V. STEHMAN, S. J. GOETZ, T. R. LOVELAND, A. KOMMAREDDY, A. EGOROV, L. CHINI, C. O. JUSTICE and J. R. G. TOWNSHEND, "High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change." *Science* 342 (15 November), (2013) 850 - 53
- [19] - J. MARECHAL, Caractérisation de la dynamique d'occupation du sol de la ville de Kisangani (R.D. Congo) et sa périphérie entre 2002 et 2010. Bruxelles : académie de Gembloux Agro-Bio Tech, (2012) 76 p.
- [20] - P. V. POTAPOV, S. A. TURUBANOVA, M. C. HANSEN, B. ADUSEI, M. BROICH, A. ALTSTATT, L. MANE and C. O. JUSTICE, Quantifying forest cover loss in Democratic Republic of the Congo, 2000-2010, with Landsat ETM+ data. *Remote Sensing of Environment*, 122 (0) (2012) 106 - 116
- [21] - Q. ZHANG, D. DEVERS, A. DESCH, C. O. JUSTICE, J. TOWNSHEND, Mapping Tropical Deforestation in Central Africa. *Environmental Monitoring and Assessment*, 101 (2005) 69 - 83
- [22] - A. PFAFF, « Road investments, spatial intensification and deforestation in the Brazilian Amazon. » *Journal of Regional Science*, 47 (2007) 109 - 123
- [23] - K. M. CHOMITZ, P. BUYS, G. DE LUCA, T. S. THOMAS et S. WERTZ- KANOUNNIKOFF, At Loggerheads? Agricultural expansion, poverty reduction, and environment in the tropical forests. Washington, DC : Banque mondiale, (2007)
- [24] - S. TERAVANINTHORN et G. RABALLAND, « Transport prices and costs in Africa: a review of the main international corridors », Document de travail 14 de l'AICD, Banque mondiale, Washington, DC., (2008)