HAL open science

Interactions humains-milieux et dynamiques paysagères en situation de mosaïque forêt/savane : chefferie des Bateke Nord - République Démocratique du Congo

Christophe Demichelis

To cite this version:

Christophe Demichelis. Interactions humains-milieux et dynamiques paysagères en situation de mosaïque forêt/savane : chefferie des Bateke Nord - République Démocratique du Congo. Géographie. Université Rennes 2, 2021. Français. ⟨NNT : 2021REN20024⟩. ⟨tel-03989296⟩

HAL Id: tel-03989296

https://hal.science/tel-03989296v1

Submitted on 14 Feb 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Distributed under a Creative Commons CC BY 4.0 - Attribution - International License

THESE DE DOCTORAT DE GEOGRAPHIE

UNIVERSITE RENNES 2
Sous le sceau de l'Université Bretagne Loire

ÉCOLE DOCTORALE N° 604
Sociétés, Temps, Territoires
Spécialité : Géographie

Par Christophe DEMICHELIS

INTERACTIONS HUMAINS-MILIEUX ET DYNAMIQUES PAYSAGERES EN SITUATION DE MOSAÏQUE FORET/SAVANE : CHEFFERIE DES BATEKE NORD - REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO

Analyse spatio-temporelle des socio-écosystèmes villageois d'Afrique Centrale

Thèse présentée et soutenue à Rennes, le 24 septembre 2021
Unité de recherche : Laboratoire ESO (Espaces et Sociétés) Rennes, UMR CNRS 6590

Composition du Jury (par ordre alphabétique):

Rapporteurs :	**Christine Raimond**	Géographe, Directrice de recherche CNRS à l'Université Paris Panthéon Sorbonne
	Valéry Gond	Géographe, Chercheur HDR au CIRAD-ES Campus International de Baillarguet
Examinateurs :	**Johan Oszwald**	Géographe, Professeur à l'Université Rennes 2
	Moïse Tsayem-Demaze	Géographe, Professeur à Le Mans Université
	Télesphore Brou	Géographe, Professeur à l'Université de La Réunion
	Véronique Petit	Démographe, Professeure à l'Université Paris Descartes
Co-directrices :	**Clélia Gasquet-Blanchard**	Géographe, Maîtresse de conférences à l'EHESP de Rennes
	Tamara Giles-Vernick	Anthropologue et historienne, Chercheuse HDR à l'Institut Pasteur de Paris

INTERACTIONS HUMAINS-MILIEUX ET DYNAMIQUES PAYSAGERES EN SITUATION DE MOSAÏQUE FORET/SAVANE : CHEFFERIE DES BATEKE NORD - REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO

Analyse spatio-temporelle des socio-écosystèmes villageois d'Afrique Centrale

THÈSE DE DOCTORAT
Discipline : Géographie

Présentée par : **Christophe Demichelis**

Co-directrices :

Tamara Giles-Vernick
Anthropologue et Historienne,
Chercheuse HDR à l'Institut Pasteur de Paris

Clélia Gasquet-Blanchard
Géographe, Maîtresse de conférences à l'EHESP de Rennes

Thèse de doctorat financée par l'Agence Nationale de la Recherche [ANR-14-CE31-0004].

Sous le sceau de l'Université Bretagne Loire
Thèse soutenue le 24 septembre 2021

Comité de thèse composé de (par ordre alphabétique) :

Christine Raimond (Rapportrice)
Géographe, Directrice de Recherche CNRS

Johan Oszwald (Examinateur)
Géographe, Professeur à l'Université Rennes 2

Moïse Tsayem-Demaze (Examinateur)
Géographe, Professeur à Le Mans Université

Télesphore Brou (Examinateur)
Géographe, Professeur à l'Université de La Réunion

Valéry Gond (Rapporteur)
Géographe, Chercheur HDR au CIRAD-ES

Véronique Petit (Examinatrice)
Démographe, Professeure à l'Université Paris Descartes

« C'est un fait que la structure de la forêt a été modifiée, parfois profondément, par les sociétés humaines, historiques et légitimes, qui y vivent ; cela n'a rien de surprenant, l'homme étant lui-même un Primate originaire des canopées forestières tropicales »

Francis Hallé, 2020
Préface
Habiter la forêt tropicale au XXIe siècle

REMERCIEMENTS

En premier lieu j'exprime ma profonde gratitude à l'ensemble des membres composant le jury de cette thèse. Je tiens particulièrement à remercier Christine Raimond et Valéry Gond, tous deux rapporteurs de ce manuscrit. Je remercie également Johan Oszwald, Moïse Tsayem-Demaze, Télesphore Brou et Véronique Petit pour avoir accepté d'être examinateurs.

Je remercie chaleureusement Clélia Gasquet-Blanchard et Tamara Giles-Vernick, toutes deux co-directrices de cette thèse, pour m'avoir fait confiance tout au long de ces six années de recherche, et ce même lorsque le moral et la motivation n'étaient pas au beau fixe. Je les remercie pour leurs précieux conseils, leurs corrections et leur disponibilité.

Un merci également à l'Agence Nationale de la Recherche pour avoir financé cette recherche, ainsi qu'à l'Agence Spatiale Européenne (ESA), l'Administration nationale de l'aéronautique et de l'espace (NASA) et l'Institut d'études géologiques des États-Unis (USGS) pour la mise à disposition gratuitement des images satellites Sentinel-2 et Landsat.

Un merci tout particulier à Victor Narat, qui m'a ouvert son terrain de recherche et permis de m'intégrer dans les meilleures conditions possibles lors de mon premier séjour.

Je tiens à remercier de nouveau Johan Oszwald, de manière plus personnelle, qui m'aura également accompagné pendant la quasi-intégralité de cette thèse. Merci pour sa patience, sa grande disponibilité et ses conseils, quitte à devenir un encadrant officieux de ce travail. J'espère qu'il nous sera de nouveau donné l'opportunité de travailler ensemble. Mais avant tout, et surtout, je le remercie pour avoir partagé ses coins à champignons, c'est dire à quel point il m'a accordé sa confiance ! En somme merci pour les innombrables fondues et raclettes aux cèpes et chanterelles dévorées pendant ces six années, été comme hiver.

Je remercie avec émotion l'ensemble de l'équipe de Mbou-Mon-Tour, sans qui cette recherche n'aurait pas vu le jour, à commencer par son président Jean-Christophe Bokika Ngawolo. Merci à Dieudonné pour son accueil et sa disponibilité à Kinshasa, sans qui les séjours dans cette immense capitale n'auraient pas été aussi faciles, ni aussi mouvementés !

Un immense merci, non sans nostalgie et pincement au cœur, à l'ensemble des personnes rencontrées sur le terrain. Merci pour votre accueil, vos sourires, vos rires et votre bienveillance. Grâce à vous j'ai trouvé un deuxième foyer lorsque j'étais si loin du mien.

Les moments partagés, les souvenirs, resteront à jamais gravés dans mon esprit, mais surtout dans mon cœur.

Il m'est cependant obligé d'avoir quelques pensées particulières, et la première va vers Miller. Dès le premier jour il est devenu mon alter égo Tio, c'était une évidence. Nous avons tout partagé ensemble. Les longues journées à arpenter la forêt et les savanes, partageant nos repas assis sur une termitière ou sur au bord d'une rivière, mais également les siestes à l'ombre de son manguier, ou encore les baignades quotidiennes. Notre relation a été si intense que la séparation en a été déchirante. Qui a dit que les hommes ne pleuraient pas ? C'est effondré dans les bras l'un de l'autre que nous nous sommes dit au revoir. Pas adieu, mais juste au revoir. Merci mon ami.

Également une immense pensée pour Pitshu, devenu un véritable frère. Nos rendez-vous hebdomadaires autour d'une bière et d'une partie de dames auront rythmé les mois passés sur le terrain, sans oublier ce mois et demi où nous sommes partis ensemble faire la tournée des villages pour réaliser ces quelques 800 questionnaires. Je garde une pensée particulière pour cette journée où nous sommes allés piquer une tête dans la cascade sacrée, sans dire mot car réservée aux chefs de terres. Merci pour son abonnement Canal+ qui m'aura permis de suivre la magnifique épopée marseillaise en Ligue Europa 2017-2018. Merci pour tous ces moments de fraternité.

Une mention spéciale pour Papa Fidèle. C'est le cœur serré que je vais écrire ces quelques lignes. Merci pour toutes ces heures de discussion à me raconter sa vie, son histoire, mais également celles des Batio, toujours avec le sourire, même quand les souvenirs pouvaient être douloureux. Je me souviens de cet immense et mince Monsieur, partant travailler chaque jour au champ sur son vélo, du haut de ses 90 années bien tassées (sa carte d'identité mentionnant 1927). Son rêve était qu'après sa mort une forêt porte son nom. Il nous a quitté en 2020, et avec lui c'est toute une partie de l'histoire des Batio qui s'envole. Je me souviens ses mots : « je suis content de toutes ces discussions, car au moins après ma mort, quelqu'un se rappellera de notre histoire. Toutes les choses que je te dis là, je ne les ai jamais racontées avant, pas même à mes enfants ». Merci infiniment pour ce partage et cette confiance ! J'espère que le jour de son départ, les bières et le vin de canne ont coulé à flots, et que les gens ont dansé jours et nuits sans s'arrêter.

Je tiens également à remercier le Directeur Mamy et toute sa famille qui m'ont accueilli chez eux comme l'un des leurs. C'est véritablement un père, une mère et toute une fratrie que j'ai trouvé chez eux, avec ces moments de joies, et parfois ces moments de tensions. En somme tout ce qui fait le bonheur d'une famille. Un merci particulier à Rambo, mon grand-frère, pour les discussions nocturnes autour d'un verre d'alcool de maïs. Merci

également à Romain, mon petit-frère, pour les nombreuses sorties en forêt à tenter tant bien que mal de chasser les oiseaux ! Merci à toute la famille, merci pour tout.

Il est évident que je remercie également l'ensemble des habitants de Bodzuna pour m'avoir accepté comme un membre à part entière du village, à commencer par le chef Munzil, qui ne m'a pas laissé repartir sans emporter avec moi un peu de la force des ancêtres et des chefs de terre… Merci à Papa Constant, Papa Achille, Papa Biniama, un spécialiste de la forêt et de ses ressources, qui lui aussi nous a quitté trop tôt. Merci à toutes les femmes qui ont accepté que je participe à leurs activités, certaines pourtant interdites aux hommes, et tout particulièrement Mama Néné et Mama Blandine, les femmes respectives de Miller et du Directeur Mamy. Merci Fozu et Tchuda, toujours partant pour un verre ! Merci à tous ceux dont j'ai oublié le nom, je n'ai pour autant pas oublié leurs visages. Et merci à tous les autres habitants des villages alentours dont l'énumération serait bien trop longue et fastidieuse. Tout de même une pensée pour Mapio II, grand chef Tio, le Préfet de Nkoo, Papa Simon, nouveau doyen, et ses deux fils, Mobias et Claude, ainsi que Djonolo, fidèle ami et confident qui m'aura concocté autant que faire se peut de succulents plats, et Innocent, représentant de MMT à Nkala. Merci à tous !

Dans un autre registre, je tiens à remercier les doctorants d'ESO croisés au cours de ces six années. Sans tous les citer, une mention particulière pour Caroline, devenue un exemple à suivre et qui n'aura eu de cesse de me conseiller et de m'aider tant dans la thèse que dans les cours à dispenser, ainsi que Luc, ou Lucky Strike, qui m'aura accompagné dans ces dernières années de thèse et qui sera véritablement devenu un ami très cher.

Je tiens à remercier également l'ensemble de l'équipe enseignante de l'UPJV d'Amiens que j'ai eu la chance de côtoyer durant ces deux dernières années. Leur confiance m'a permis de terminer cette thèse dans les meilleures conditions possibles. Vraiment merci.

De manière moins formelle je souhaite également remercier tous les amis qui ont participé de près ou de loin au bon, ou parfois au mauvais, déroulement de cette thèse. À commencer par Baptiste et Olivier (le jeune), dits les Mousquetaires, avec qui j'oublie tout et retombe en enfance le temps d'un instant. Merci à Nicolas, Anthony, Boris et Etienne, des amis de longue date que je vois trop peu mais avec qui rien n'a changé. Merci à la bamboche rennaise, à savoir Julien, Yvan et Manu. Sans eux il est possible que cette thèse se soit terminée plus tôt… Ils sont ce petit diable sur mon épaule… Et Dieu sait que je préfère Lucifer ! Merci à Jeanne et Romain, mes amis littéraires qui n'auront pas corrigé ce manuscrit, ce qui aurait pu m'éviter pléthore de fautes d'orthographe (en même temps je ne leur ai pas demandé). Une pensée spéciale pour Olivier (le vieux cette fois). Merci

pour tous ces matchs de tennis qui m'ont maintenu en forme, et désolé pour toutes ces défaites infligées. Même en trichant il n'aura malheureusement pas souvent gagné. Et enfin un gros big up à toute la team d'OpH, que dis-je la famille OpH ! Ils étaient à mes côtés lorsque la thèse a commencé, et ils le sont toujours aujourd'hui. De nouveau Anthony, mais également Sarah, Emilie, Arthur et tous les autres, merci d'être vous, merci d'être là. On se retrouve vite à Mada !

Un merci empli d'émotions à Eva, qui m'aura supporté pendant ces quatre dernières années. Cela n'a pas toujours été facile, mais elle a toujours été là, présente et aimante. Elle restera ma plus belle rencontre, ma plus belle histoire durant cette aventure. Merci d'être venue me chercher jusqu'à Bodzuna pour me ramener à la maison. Même si les larmes ont coulé, sans sa venue le départ aurait été bien plus compliqué. Avec elle, je garde ici un bout de là-bas.

Enfin, merci à toute ma famille sans qui je n'en serais jamais arrivé là aujourd'hui. Merci pour votre soutien indéfectible, quels qu'aient pu être mes choix. Merci à mes parents et ma sœur qui depuis minot m'ont vu grandir et rêver, rêver, et encore rêver. Toujours plus, toujours plus grand, toujours plus loin. Une pensée bien évidemment pour mes grands-parents, à ceux qui verront l'aboutissement de ce travail, et ceux qui malheureusement ne le verront pas.

Pour conclure, je ne pouvais terminer ces remerciements, déjà bien trop longs pourtant, sans avoir une pensée pour Roger, Alexandre et Thomas, trois grands hommes qui n'ont eu de cesse de me faire rêver, pour certains depuis mon enfance, et qui me prouvent chaque jour que « tout est possible, tout est réalisable, c'est le jeu de la vie ! »

Thomas, en espérant te retrouver d'ici quelques années, vers l'infini et au-delà !

Roger, merci pour tous ces frissons procurés, ces larmes de joie le 7 juin 2009 et malheureusement ces pleurs un certain 19 juillet 2019. À mes yeux tu seras à jamais le GOAT !

Enfin, et non pas des moindres, Alexandre. Je ne compte plus le nombre d'heures où ton talent aura bercé mes soirées. Un grand seigneur sans nul doute ! C'est pourquoi je conclurai par,

« Tempora mori, tempora mundis recorda.

Voilà. Et bien ça, par exemple, ça veut absolument rien dire, mais l'effet reste le même. »

Roi Loth, Livre III, Kaamelott

TABLE DES MATIERES

Remerciements **3**

Acronymes et Abréviations **13**

Partie 1 : Introduction générale **15**

1. Préambule **17**

2. Contexte de recherche et évolution du sujet de thèse **18**

2.1. Parcours universitaire et personnel 18

2.2. Le projet de recherche et le sujet initial de la thèse 19

2.3. Choix du terrain d'étude 20

2.4. Évolution du sujet de recherche et chronologie de la thèse 20

3. État de l'art : paysage, déforestation et interactions humains-milieux **23**

3.1. État des lieux de la déforestation tropicale et en Afrique 23

3.2. Les paysages des fronts de déforestation au prisme de la télédétection 26

3.3. De l'importance des sciences sociales pour étudier les interactions humains-milieux 28

3.4. Le paysage comme concept intégrateur des interactions humains-milieux 29

4. Terrain d'étude : la chefferie des Batéké Nord **31**

4.1. Géographie, environnement et société 31

4.2. Histoire socio-économique 35

5. Problématiques et hypothèses de recherche **37**

6. Structure du manuscrit **39**

Partie 2 : Approche théorique et méthodologique du paysage **45**

1. Préambule **47**

2. Introduction **47**

3. Contexte scientifique et terrain d'étude **49**

4. Le paysage, un système complexe : approche socio-écosystémique **50**

5. De la théorie au terrain : approche inductive et méthodologies de collecte des données **54**

5.1. Données qualitatives issues d'enquêtes sociales 54

5.2. Données socio-économiques quantitatives issues de questionnaires 56

5.3. Données géographiques 57

5.4. Données botaniques 60

5.5. Archives africaines 60

5.6. Imagerie satellitaire 61

6. Du terrain à l'analyse des données : approche spatio-temporelle du paysage.....61
7. La transdisciplinarité du paysage : un atout à valoriser.....64

Partie 3 : Analyse du paysage dans ses différentes composantes : *land cover*, *land unit* et *land use*..... 67
1. Préambule 69
2. Introduction.....69
3. Materials and methods.....72
3.1. Study site 72
3.2. Data collection 73
3.2.1. Qualitative data 73
3.2.2. Geographical data..... 75
3.2.3. Botanical data 76
3.2.4. Remote sensing analysis 76
4. Results.....78
4.1. Landscape structure according remote sensing 78
4.1.1. Land cover map based on Sentinel-2 satellite image 78
4.1.2. Quality of the land cover map 81
4.2. Landscape dynamics based on land units..... 83
4.2.1. Land units composing agricultural areas 83
4.2.2. Land units constituting the forest complex 84
4.2.3. Landscape dynamics according classification based on land units and land uses 84
5. Discussion.....89
5.1. Contributions of Sentinel-2 satellite images..... 89
5.2. Contributions of local knowledge and practices..... 90
5.3. Usefulness of an integrated remote sensing-field observations approach 91
6. Conclusion 92

Partie 4 : Analyse géo-historique du paysage et influence des mobilités villageoises..... 95
1. Préambule 97
2. Introduction.....97
3. Materials and methods.....99
3.1. Study site 99
3.1.1 Geography and environment 99
3.1.2. History and economy..... 101
3.2. Data collection 102

3.2.1. Qualitative data 102
3.2.2. Geographical data 103
3.2.3. Botanical and land use data 103
3.3. Data analysis 104
3.3.1. History and typology of village mobilities 104
3.3.2. Statistical analysis 105
4. Results 107
4.1. Local migration histories 107
4.1.1. Mobility histories of current villages 107
4.1.2. Archival evidence for village mobilities 112
4.2. Impact of village mobilities on landscape dynamics 112
4.2.1. Date of mobility and land cover composition 112
4.2.2. Distance to current village and land use 113
4.2.3. Land use and land cover change following mobility according oral histories and botanical data 114
5. Discussion 116
5.1. Local history of village mobility linked to oral testimonies 116
5.2. Implication of village mobility in landscape dynamics 117
5.3. Contributions to conservation and development programs 118
6. Conclusion 119

Partie 5 : Analyse des fronts de déforestation au prisme des terroirs villageois 121
1. Préambule 123
2. Introduction 124
3. Matériels et méthodes 125
3.1. Site d'étude 125
3.2. Collecte des données 127
3.2.1. Données qualitatives 127
3.2.2. Données démographiques 127
3.2.3. Données géographiques 128
3.3. Analyse des données 128
4. Résultats 130
4.1. Modèle conceptuel de l'organisation spatiale du terroir villageois 130
4.2. Cas d'étude : le terroir de Bodzuna 134
4.3. Facteurs de variations inter-villages 136
4.4. Les terroirs agricoles : points chauds de déforestation 139
5. Discussion 143

5.1. Un terroir villageois structuré sur un modèle « centre –périphérie » 143
5.2. Le terroir comme objet d'analyse spatiale et paysagère 143
5.3. Le rôle de la démographie et de l'agriculture sur la déforestation 144
6. Conclusion 145

Partie 6 : Analyse pluriannuelle (1973-1984-2000-2016) et multi-scalaire du paysage 147
1. Préambule 149
2. Introduction.....149
3. Matériels et méthodes.....151
3.1. Site d'étude..... 151
3.2. Les données satellitaires..... 153
3.3. Les données socio-économiques 153
3.3.1. Les données qualitatives 153
3.3.2. Les données quantitatives 154
3.4. Analyse des données 155
4. Résultats.....157
4.1. Évolution du couvert forestier entre 1973 et 2016 à l'échelle de la zone d'étude..... 157
4.1.1. Balance entre déforestation et expansion forestière 157
4.1.2. Principaux facteurs temporelles de déforestation et d'expansion forestière 158
4.2. Analyse spatiale et multi-temporelle des fronts de déforestation et d'expansion forestière 164
4.2.1. Une déforestation en mitage entre 1973 et 1984 164
4.2.2. Une régénération des espaces forestiers entre 1984 et 2000 165
4.2.3. Une rupture spatiale du paysage entre 2000 et 2016 166
4.3. Variabilité locale d'évolution du couvert forestier à l'échelle des territoires villageois 172
4.3.1. Profils d'évolution paysagère et structure économique villageoise 172
4.3.2. Profil 1 : Meseon 177
4.3.3. Profil 2 : Embaa, Embirima et Bodzuna 178
4.3.4. Profil 3 : Nkuru, Mpelu, Nkala et Nkoo 181
4.3.5. Profil 4 : Engunu et Makaa 184
4.3.6. Profil 5 : Mobea Tsalu 186
5. Discussion.....187
5.1. Une évolution paysagère en dents de scie : intérêt des analyses multi-temporelles et des savoirs locaux historiques 187

5.2 Variabilité spatiale des dynamiques paysagères : vers une spécificité territoriale, conséquence d'une spécialisation économique des populations villageoises 189
5.3. Influence grandissante de la société civile dans la dynamique paysagère : entre gouvernance des terres et résilience socio-écosystémique 192
6. Conclusion 196

Partie 7 : Conclusion générale..... 199
1. Synthèse générale des principaux résultats 201
2. Points forts de la recherche 204
3. Limites et nouvelles pistes de recherche 206
4. Perspectives 208

Références bibliographiques 211

Liste des Figures 241

Liste des Tableaux 245

Liste des Photographies..... 247

Annexes 251
Annexe 1 : Questionnaire socio-économique 251
Annexe 2 : Fiche méthodologique de relevé paysager 257

ACRONYMES ET ABREVIATIONS

ACP / PCA : Analyse en composante principale / *Principal component analysis*

BIACO : Organisation non-gouvernementale présente entre 1998 et 2005 au sein de la zone d'étude

FGD : *Focus group discussion*

GPS : Système de géolocalisation par satellite / *Global Positioning System*

IPBES : Plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques / *Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*

LIDAR : *Laser Imaging Detection and Ranging*

MEA : Évaluation des écosystèmes pour le millénaire / *Millennium Ecosystem Assessment*

MMT : Mbou-Mon-Tour

NDVI : *Normalized Difference Vegetation Index*

ONG / NGO : Organisation non-Gouvernementale / *Non-governemental organization*

REDD+ : *Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation*

RDC / DRC : République Démocratique du Congo / *Democratic Republic of Congo*

SEBO : Ancien nom de la société d'élevage extensif bovin présente au sein de la zone d'étude

SES : Socio-écosystème / *Socio-ecological system*

SIG / GIS : Système d'Information Géographique / *Geographic Information System*

SHAPES : *A multi-disciplinary study of human beings, great apes and disease emergence in equatorial Africa : Social sciences perspectives on cross-species contacts*

SOGENAC : Société d'élevage extensif bovin présente au sein de la zone d'étude

USGS : *United States Geological Survey*

WWF : Fonds mondial pour la nature / *World Wide Found for Nature*

1

INTRODUCTION GENERALE

Copyright : Christophe Demichelis 2021

Pirogue de MMT prête au départ pour rejoindre Tshumbiri depuis Maluku sur le fleuve Congo

1. Préambule

Cette thèse en géographie s'intéresse à l'évolution de la structure et de la dynamique paysagère de la mosaïque forêt/savane caractéristique de la chefferie des Batéké Nord, en République Démocratique du Congo (RDC), avec pour cadre d'analyse les interactions entre les êtres humains et leurs milieux d'après une approche socio-écosystémique (SES). En ce sens, cette recherche interroge **l'implication et le rôle des populations humaines, de par leurs pratiques et leurs relations avec leur environnement, dans l'évolution du paysage où elles sont installées et vivent, tant dans ses origines, ses transformations et ses évolutions, que dans son devenir face à l'intensification des dynamiques de déforestation touchant les forêts tropicales.**

Toutefois, il est important de remarquer que le concept même de paysage est une notion polysémique ayant évolué au fil du temps et dont les acceptations sont multiples avec des contenus variables. En effet, ce concept prend racine pendant la Renaissance, au travers des arts, avant qu'une multitude de disciplines scientifiques s'y intéressent, parmi lesquelles l'histoire, la géographie, l'anthropologie, mais également l'écologie. Ainsi, dans le cadre de cette thèse, le paysage a principalement été abordé d'un point de vue géographique, considérant à la fois le paysage physique comme matérialité du tissu géographique, mais également le paysage sensible abordé d'après les perceptions et les représentations des populations humaines qui y résident et le façonnent. Cependant, cela n'a pas empêché de mobiliser au cours de cette recherche des approches relevant de l'histoire, de l'anthropologie et de l'écologie afin de dresser une analyse la plus inclusive possible du paysage, et notamment des dynamiques de déforestation à l'œuvre au sein de celui-ci. Cette démarche découle également d'un choix personnel. Issu d'un cursus en écologie mais défendant cette thèse en géographie, j'ai souhaité par le choix de cet objet d'étude qu'est le paysage, mettre en exergue la délimitation arbitraire et artificielle entre systèmes sociaux et systèmes écologiques dans un contexte de changements globaux auxquels les sociétés humaines, mais également l'ensemble de la biosphère, doivent faire face.

Cette première partie visant à introduire cette recherche, il est d'abord apparu essentiel de revenir succinctement sur l'histoire et les évolutions de réalisation de cette thèse, lesquelles ont abouti après presque six années à l'élaboration de ce manuscrit. Par la suite, nous aborderons plus en profondeur les paysages des fronts tropicaux de déforestation, notamment en Afrique Centrale, avant de voir les différents outils d'analyse permettant leur étude et d'introduire le paysage comme concept intégrateur des processus écologiques et sociaux permettant d'en étudier les dynamiques, mais également les origines. Enfin, seront abordés les enjeux sociaux et environnementaux au

sein de la zone étudiée, avant de terminer cette première partie par la présentation de la problématique générale et de la structure de ce manuscrit.

2. Contexte de recherche et évolution du sujet de thèse

2.1. Parcours universitaire et personnel

Mes différents choix universitaires m'ont conduit à développer un profil transdisciplinaire, à l'interface de l'écologie et des sciences sociales. Au cours de ma licence en Biologie des Organismes et des Populations (BOP) obtenue en 2012 à l'Université des Sciences et Technologies de Lille 1, j'ai effectué ma première expérience de terrain lors d'un stage avec l'ONG *Bénin écotourism concern* (ECO-BÉNIN), lors duquel j'ai notamment réalisé dans la vallée du Mono, à proximité de Possotomé, un suivi environnemental d'une colonie de petits primates, des vervets (*Cercopithecus aethiops*), couplée à une étude des relations entre les êtres humains et ces derniers. Par la suite, j'ai rejoint le Master Biodiversité des Écosystèmes Tropicaux (BEST), parcours Biodiversité des Écosystèmes Naturels (BEN), à l'Université de La Réunion. J'ai validé en 2013 la première année de ce Master à la suite d'un stage au sein du laboratoire d'Écologie Marine (ECOMAR) de l'université, au cours duquel j'ai étudié la connectivité de deux populations de coraux, *Acropora muricata* et *Porites lutea*, sur la côte Ouest de l'île, réalisant les échantillonnages, l'extraction et l'amplification ADN sur la base de marqueurs génétiques. Désireux de poursuivre sur un Master professionnalisant alliant conservation de la biodiversité et développement durable aux Suds, j'ai alors décidé de rejoindre en 2ème année le Master Élevage des Pays du Sud, Environnement et Développement (EPSED), spécialité gestion de la faune sauvage, sur le site du Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD) basé à Montpellier, en collaboration avec l'Université des Sciences et Techniques Montpellier 2. J'ai validé ce ce Master en 2014, à la suite d'un stage avec la Fondation Internationale pour la Gestion de la Faune (Fondation IGF) au Mozambique. Lors de cette expérience, j'ai eu en charge de réaliser un état des lieux des conflits humains – faune sauvage en périphérie de la Réserve Nationale de Gilé, cogérée par la Fondation IGF et le Ministère de l'Environnement et du Tourisme Mozambicain, et de proposer une série de solutions adaptées au contexte local afin d'atténuer ces conflits.

À la suite de ce parcours, j'ai décidé en collaboration avec un ancien camarade du Master BEST de rejoindre Madagascar afin d'y développer un projet de conservation et de développement durable. Ensemble nous avons cofondé l'association réunionnaise Opti'pousse Haie (OpH), laquelle est active depuis 2015 dans la protection de la biodiversité et le développement durable des populations locales de la commune

d'Analalava et de l'île Nosy Lava au Nord-Ouest de la grande île. En concertation avec l'association villageoise locale *Analalava Tia Fandrosoana* (Ananalava Aime le Développement – ATF), OpH réalise différents suivis environnementaux (récifs coralliens, herbiers marins, pêcheries, mangroves) dans l'objectif de créer une Aire Marine Protégée à Gestion Communautaire qui permettrait aux populations locales de se défendre face aux incursions des navires usines chinois venant piller les ressources halieutiques le long des côtes.

C'est donc à l'issue de ce cursus et après le lancement d'OpH que j'ai répondu à une proposition de thèse co-encadrée par les Dr. Tamara Giles-Vernick (Institut Pasteur de Paris – Unité d'Anthropologie et Écologie de l'Émergence des Maladies) et Clélia Gasquet-Blanchard (Université Rennes 2 – Laboratoire Espaces et Sociétés UMR CNRS 6590). À ce moment-là, j'envisageais la thèse comme une expérience supplémentaire, à l'image d'un contrat à durée déterminée d'ingénieur de recherche me permettant qu'acquérir de nouvelles compétences qui pourraient par la suite être valorisées au sein d'OpH, et n'avais aucunement la prétention de vouloir par la suite évoluer dans le milieu universitaire.

2.2. Le projet de recherche et le sujet initial de la thèse

Cette thèse en géographie, débutée en octobre 2015 à l'Université de Rennes 2, au sein de l'école doctorale Sociétés, Temps et Territoires, s'inscrit dans le projet de recherche SHAPES (A multi-disciplinary study of human beings, great apes and disease emergence in equatorial Africa : Social sciences perspectives on cross-species contacts, 2015-2018), financé par l'Agence Nationale de la Recherche [ANR-14-CE31-0004]. Ce projet pluridisciplinaire, initié par l'Institut Pasteur de Paris, examine la nature et les contextes changeants des contacts entre les êtres humains et les primates non-humains, notamment les grands singes, en Afrique Équatoriale, ainsi que leurs conséquences sanitaires. Alors que les chercheurs biomédicaux ont déjà examiné la nature de ces contacts, ce projet entend offrir un nouveau regard en regroupant des spécialistes des sciences sociales autour de cette problématique. Ainsi, ce projet rassemble des analyses historiques, anthropologiques, géographiques et microbiologiques pour fournir une description plus complète de la manière dont les contacts et leur nature ont changé au fil du temps et ont influencé la santé humaine. Cette étude en sciences sociales entend intégrer la complexité et la variabilité des pratiques humaines et des processus historiques et géographiques dans les études sur la transmission des zoonoses et l'émergence des maladies. C'est donc dans ce contexte que cette thèse a débuté, avec comme objectif initial l'étude sur le temps long de ces contacts en périphérie du Parc National de la Salonga, en République Démocratique du Congo, considéré par l'UNESCO comme la plus grande réserve de forêt tropicale pluviale au monde.

2.3. Choix du terrain d'étude

Cette thèse et le sujet traité n'ont eu de cesse d'évoluer au cours des années de doctorat. Peu de temps avant la fin de la première année de recherche, le terrain initialement choisi a dû être abandonné en raison d'une insécurité constante dans cette région de la RDC, entraînant plusieurs refus successifs de départ de la part de l'Université Rennes 2. Par ailleurs, les tensions locales entre les gestionnaires du Parc et les populations locales, créant un climat délétère à la mise en place d'actions de recherche, ont mis fin à tout espoir de réaliser cette thèse sur ce terrain. Dans ce contexte, un nouveau site d'étude a été identifié, toujours en RDC mais dans une région moins sensible. Le terrain a été proposé par le Dr. Victor Narat, alors en post-doctorat au sein du projet SHAPES. En plus d'y avoir réalisé sa thèse (Narat, 2014), ce dernier mène des recherches sur l'écologie des bonobos (*Pan paniscus*, Schwarz 1929) au sein d'un réseau de patchs forestiers structurés par une mosaïque forêt/savane (Territoire de Bolobo, province du Maï-Ndombe). Au-delà de ses activités de recherche, le Dr. Narat a entrepris conjointement avec Mbou-Mon-Tour (MMT), une organisation non-gouvernementale (ONG) locale active dans la conservation des bonobos et le développement durable des populations humaines, l'habituation d'une colonie de ces grands singes en vue de faciliter ses protocoles d'étude, mais également de développer l'écotourisme. Localement, en 2014 et 2015, plusieurs communautés de bonobos ont connu des épisodes épidémiques à virus respiratoire humain (Grützmacher *et al.*, 2018) ayant conduit à la mort de plusieurs individus. Ainsi, ce terrain est apparu pertinent dans le cadre du projet SHAPES, offrant un contexte différent des autres terrains alors identifiés au Cameroun et au Gabon, notamment via l'inclusion au sein du projet d'un site où s'est produit un franchissement de la barrière d'espèce d'un pathogène depuis les populations humaines vers une espèce de grand singe, et non l'inverse, et ce dans un biotope hétérogène organisé autour d'une mosaïque de patchs forestiers.

2.4. Évolution du sujet de recherche et chronologie de la thèse

Avant toute chose il est essentiel de mentionner l'obtention d'un avis éthique favorable de l'université de Kinshasa quant à la réalisation de cette recherche, une fois le terrain d'étude validé. Dans une même optique, tous les entretiens et questionnaires réalisés dans le cadre de cette thèse ont fait l'objet d'un consentement écrit de la part des enquêtés, et il a été proposé à chaque fois de respecter un principe d'anonymat pour ceux qui le souhaitaient. Une fois la recherche validée par le comité éthique, un premier terrain exploratoire de trois mois, entre les mois de juillet et octobre 2016, a été réalisé dans l'objectif de m'immerger dans la culture locale. Ce terrain m'a permis de perfectionner ma compréhension du lingala, l'une des langues nationales de RDC parlée localement,

mais également de développer des bases en Etio, dialecte des populations Batio (Batéké en lingala) peuplant la zone d'étude. Au-delà de l'aspect linguistique, ce terrain m'a permis, avec l'appui de MMT, de développer un réseau de personnes ressources qui m'ont accompagné tout au long de ma recherche. Grâce à une immersion au sein d'un des villages de la zone, Bodzuna, j'ai également pu m'intégrer au sein de la population et y trouver ma place. En réalisant quotidiennement des observations participantes, je suis progressivement devenu un membre à part entière du village. En prenant part à toutes les activités menées par la population, je n'étais plus seulement un chercheur, mais un habitant de Bodzuna, expérimentant la même vie quotidienne que ses habitants, partageant les mêmes moments de joies, lors de cérémonies festives ou simplement de palabres entre amis, mais également les mêmes moments de peine, lors de maladies et de deuils. Tout au long de ce terrain exploratoire, j'ai ainsi pu interroger et reporter dans un journal de bord mes interrogations et mes observations quant à la manière dont la population interagissait avec son environnement. Quelles règles régissaient l'accès à l'espace ? Comment exploitait-elle les ressources environnantes ? En ce sens, une première série de données géoréférencées a été collectée lors de la participation aux activités villageoises, permettant de dresser un premier tableau de la spatialité des pratiques humaines au sein du paysage local. Mais j'ai également pu interroger, grâce à des discussions informelles et des entretiens individuels enregistrés avec des personnes ressources, la manière dont le mode de vie de la population, mais également le paysage, avaient évolué au fil du temps. Lors de ces entretiens, aucune limite n'a été mise quant aux sujets discutés, passant des grands changements liés aux pratiques humaines, à la santé et l'évolution des maladies, aux croyances communes, à l'impact de la colonisation belge ou encore à l'évolution du paysage, mais également comme le projet de recherche le demandait, à la place des bonobos, et des primates non-humains en général, dans la culture Tio. L'objectif de ces discussions était lors de cette première mission de véritablement dresser un état des lieux de la situation humaine et environnementale, tout en mettant l'accent sur l'aspect historique, à savoir les grandes évolutions, mais également les causes de cette évolution.

Ainsi, au retour de ce terrain, un premier traitement des données et informations collectées a été nécessaire. De cette première analyse, mais également suite à la consultation des Archives africaines du Service public fédéral des Affaires étrangères à Bruxelles et après discussion avec mon comité de thèse, il a été décidé de réorienter mon sujet et sa problématique. À l'origine centré sur les contacts entre les êtres humains et les primates non-humains, et notamment les bonobos, il a été convenu de réorienter mon sujet sur le paysage, son évolution et les relations humains-milieux responsables de celle-ci. La zone étudiée est encore aujourd'hui très peu documentée, et fait partie dans la

littérature générale de la grande région qu'est l'Afrique Centrale, au même titre que la forêt du bassin du Congo. Cependant, le paysage local se distingue de la forêt équatoriale dense caractéristique de cette région. Il est structuré par une mosaïque forêt/savane, particulièrement hétérogène, variant d'un village à l'autre et ce même à quelques kilomètres d'écart. Par ailleurs, les premières observations ont supposé une expansion du couvert forestier sur les espaces de savanes sur le temps long. Ainsi, considérer ce paysage comme une continuité de la forêt du bassin du Congo dont la structure en forêt/savane serait la résultante d'une dégradation du couvert forestier est apparu être un raccourci dû au manque de connaissances et de données sur la zone. Issu d'un cursus en écologie, et ayant davantage l'habitude de traiter des problématiques environnementales, il a donc été décidé de recentrer ma recherche sur cette évolution du paysage, en s'intéressant à ses origines, sa dynamique, sa structure, sa composition, mais également aux risques de déforestation qui pèsent sur le réseau de patchs forestiers, et ce tout en gardant les sciences sociales, et notamment la géographie, comme approche générale.

À noter toutefois que mon implication humaine importante sur le terrain, fortement corrélée à une présence remarquée due à l'isolement de la zone, a parfois provoqué une prise de distance difficile par rapport à mon objet de recherche. Afin de diminuer le biais pouvant être provoqué par cette situation, il a donc été décidé d'utiliser comme porte d'entrée à cette étude la géographie physique, et notamment la télédétection, plutôt que de la géographie sociale, même si celle-ci n'est en rien exempte de cette recherche. Ainsi, il a été convenu de s'intéresser à l'implication des populations humaines dans cette dynamique du paysage, tout en laissant la possibilité de faire appel à des outils et méthodes issus d'autres domaines scientifiques que la géographie. C'est en ce sens que ma méthodologie de recherche a été développée, croisant entre eux des outils de recueil et d'analyse de données issus aussi bien des sciences sociales que des sciences naturelles. Aucune limite n'a été mise quant à la méthodologie, cette recherche se basant sur une approche inductive du terrain afin d'étudier toutes les facettes du paysage. Des entretiens individuels, des questionnaires, des ateliers de groupe, des relevés botaniques, des relevés géoréférencés, mais également des analyses par télédétection, système d'information géographique et statistiques sont autant d'outils mobilisés dans le cadre de cette thèse. À noter que certaines de ces méthodes n'ont pas été acquises durant mon cursus d'origine en écologie, et qu'il m'a fallu me former avant de retourner sur le terrain. Pour cela, Johan Oszwald, Professeur au sein du laboratoire LETG – UMR CNRS 6554 (Littoral – Environnement – Télédétection – Géomatique) à l'Université de Rennes 2, et membre de mon comité de thèse, m'a patiemment formé aux bases de la télédétection, me permettant la mise en place d'une grande partie de mon protocole d'étude.

Par la suite, une seconde mission en immersion a été réalisée entre les mois de mai et novembre 2017, lors de laquelle l'ensemble des données ayant permis la rédaction de cette thèse ont été recueillies. Cette mission a abouti à la création d'un corpus de données brutes et complexes caractéristique des approches inductives, nécessitant un processus de relecture, de saisie, de traitement et d'organisation afin de lui donner un sens et permettre son utilisation. Cette étape s'est déroulée au cours de l'année qui a suivi mon retour du terrain. Sont venues par la suite les analyses puis la rédaction d'articles scientifiques, lesquels viennent structurer ce manuscrit. À noter que ces étapes d'analyse et de rédaction ont été conduites en parallèle d'un premier poste de six mois (janvier – juillet 2019) d'Attaché Temporaire d'Enseignement et de Recherche (ATER) à l'Université de Rennes 2, suivi d'un autre poste d'ATER de deux années (septembre 2019 – août 2021) au sein de l'UFR Histoire – Géographie de l'Université Picardie Jules Verne d'Amiens. Ces deux postes m'ont permis d'accumuler des expériences significatives d'enseignement, même si cela a inévitablement ralenti la rédaction de ma thèse, et ce particulièrement dans le contexte de la COVID-19 où il a fallu réadapter l'ensemble de mes supports d'enseignement et de l'impératif d'un suivi plus individualisé des étudiants.

3. État de l'art : paysage, déforestation et interactions humains-milieux

Les paysages des fronts de déforestation, définis par des espaces naturels forestiers principalement conquis par les êtres humains via l'abattis-brûlis (Oszwald & Demichelis, 2020) sont caractéristiques de nos sociétés extractivistes et productivistes de par le monde. En ce sens, la déforestation est un phénomène anthropique perturbant le milieu écologique et ayant des origines principalement économiques dont l'empreinte est directement visible sur le paysage. Pour ces raisons, l'étude des paysages et des fronts de déforestation nécessite des approches intégrées mobilisant les outils et les méthodes d'analyse aussi bien issus des sciences naturelles que des sciences sociales.

3.1. État des lieux de la déforestation tropicale et en Afrique

Les forêts tropicales contribuent aux principaux processus écologiques à l'échelle planétaire, régulent le climat mondial et représentent un tiers de l'activité métabolique à la surface terrestre (Malhi, 2012). En outre, elles fournissent de nombreux services à des centaines de millions de personnes (Edwards *et al.*, 2019), et les êtres humains interagissent avec ces écosystèmes depuis des dizaines de milliers d'années (Malhi *et al.*, 2014). Ces interactions ont eu pour conséquence de provoquer des modifications d'origines anthropiques importantes dans le monde entier depuis la préhistoire (Willis *et al.*, 2004). Parmi les principales activités anthropiques transformatrices des écosystèmes forestiers tropicaux depuis le début de l'anthropocène, reviennent machinalement la

conversion des terres en espaces agricoles, la foresterie, la chasse, le braconnage commercial et la surexploitation des ressources naturelles (Gardner *et al.*, 2009 ; Malhi *et al.*, 2014). Concernant la déforestation à proprement dit, en 2020, le *World Wide Fund for Nature* (WWF) définit 24 fronts de déforestation dans les régions tropicales et subtropicales, lesquelles regroupent à elles seules plus des deux tiers de la couverture forestière mondiale. Ces fronts de déforestation sont caractérisés par une concentration de points chauds où les forêts encore existantes sont elles aussi sous la menace de la déforestation (WWF, 2020). Ils concernent les trois continents abritant des forêts tropicales : le massif forestier asiatique s'étalant sur l'Asie du Sud et l'Océanie (Australie incluse), le massif forestier africain s'étalant sur une majeure partie de l'Afrique subsaharienne (Afrique de l'Ouest, Afrique Centrale, Afrique de l'Est et Madagascar) et le massif forestier sud-américain comprenant l'ensemble du massif amazonien, mais également depuis peu les forêts mexicaines sur lesquelles la pression ne cesse de croître. La déforestation au sein de ces 24 points chauds représente une perte de 43 millions d'hectares de forêts entre 2004 et 2017, toujours d'après le rapport du WWF (2020). Ces forêts tropicales et subtropicales abritent à elles seules plus des deux tiers de la biodiversité mondiale terrestre (Gardner *et al.*, 2009) et pour autant subissent de plein fouet les impacts des activités anthropiques, altérant la qualité des biens et services qu'elles rendent aux populations humaines (Lewis *et al.*, 2015).

Toutefois, ces observations à l'échelle mondiale doivent être nuancées. Les cartes généralement produites sur de vastes zones font bien souvent état de l'ampleur des perturbations forestières, et non de la déforestation réelle. Aucune distinction n'est faite entre les conversions permanentes des forêts, apparentées à un processus de déforestation, et les autres perturbations temporaires telles que les incendies de forêts, la foresterie ou encore les cultures itinérantes (Curtis *et al.*, 2018). Ainsi, entre 2000 et 2015, seuls 27% des pertes de forêts dans le monde pourraient en réalité être attribuées à une déforestation effective (Curtis *et al.*, 2018). Ces chiffres viennent notamment mettre en évidence l'importance de considérer la variabilité des contextes locaux quant à la transformation des paysages forestiers afin d'appuyer les politiques locales. L'impact sur la forêt, ainsi que les enjeux, ne sont pas les mêmes dans le cadre d'une agriculture familiale itinérante que pour une industrie intégrée sur le marché mondial.

Après l'extinction de la mégafaune due à la chasse, puis l'agriculture itinérante de faible intensité, c'est bien les activités agricoles pérennes et intensives, ainsi que les exploitations forestières industrielles, toutes deux intégrées dans un marché mondial, qui représentent aujourd'hui la principale pression sur les paysages forestiers, entraînant notamment leur fragmentation (Lewis *et al.*, 2015). Toutefois les situations sont variables selon les continents, chacun connaissant un modèle de déforestation qui lui est propre.

Parmi la déforestation liée aux marchandises de base, l'agriculture itinérante, la foresterie et les incendies, la perte de couverture forestière en Afrique tropicale est principalement due à l'agriculture itinérante, tandis que de vastes zones en Amérique du Sud et en Asie du Sud-Est ont été touchées par la déforestation liées à la production de marchandises de bases à vocation commerciale (Curtis *et al.*, 2018 ; Figure 1.1).

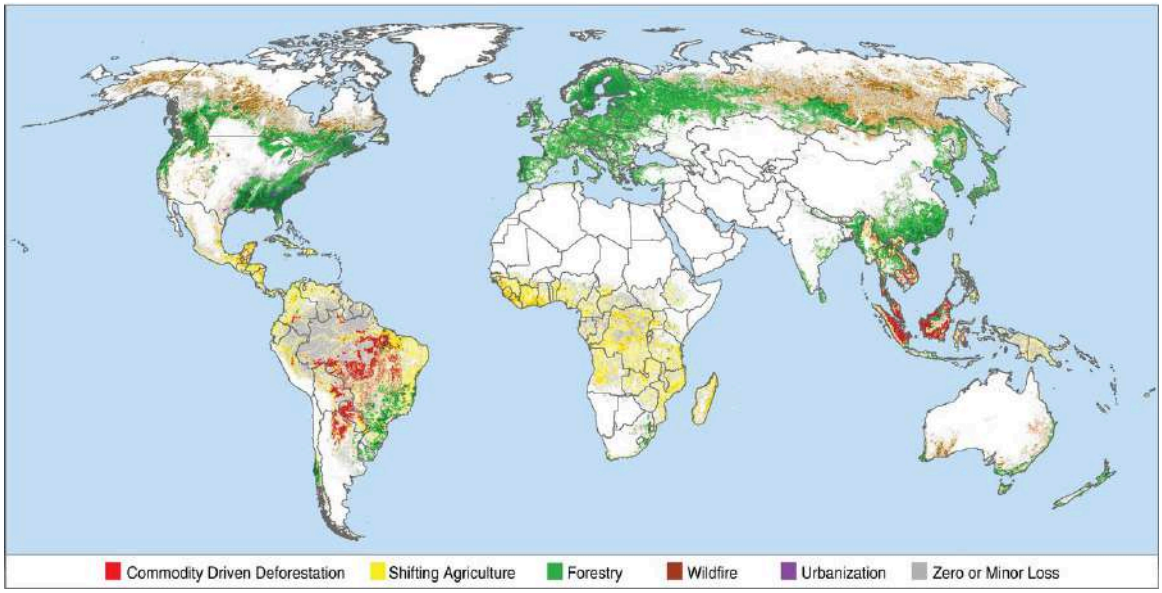


Figure 1.1 : Principaux facteurs de perte de couverture forestière de 2001 à 2015. Une intensité de couleur plus foncée indique une plus grande quantité totale de perte de couverture forestière (extrait de Curtis *et al.* 2018).

Cette tendance est d'ailleurs confirmée par le WWF (2020) : alors qu'en Asie du Sud-Est la déforestation est majoritairement due à la culture de l'huile de palme, en Amérique du Sud les forêts sont ouvertes pour la culture du soja ou l'élevage de bétail, le Brésil ayant pour objectif de redistribuer sa viande sur l'ensemble des marché mondiaux. En Afrique la situation est plus diversifiée. Au niveau de l'Afrique de l'Ouest, ce sont les plantations de café et de cacao qui ont pris le pas sur les espaces forestiers, alors qu'en Afrique Centrale c'est bien l'agriculture vivrière qui représente le principal moteur de la déforestation, dans les deux cas entraînant un mitage du paysage caractéristique de la déforestation africaine. Ce mitage entraîne notamment un processus de fragmentation des espaces forestiers, à l'inverse des fronts de déforestation asiatique et d'Amérique Latine où est davantage observé un véritable recul de la forêt qui s'effectue de manière linéaire. Cette particularité en Afrique reste encore aujourd'hui sous documentée, la déforestation étant davantage étudiée sur le continent sud-américain et en Asie du Sud.

Même si les modèles sont différents, les forêts d'Afrique Centrale restent malgré tout confrontées à des menaces environnementales majeures dont la déforestation et la

dégradation des forêts font partie (Abernethy *et al.*, 2016). Toutefois, par rapport aux autres régions tropicales, la déforestation est relativement faible en Afrique Centrale (Achard *et al.*, 2014). En effet, l'exploitation forestière sélective, c'est à dire focalisée sur certaines essences forestières d'intérêt économique, a bien souvent été préférée à la conversion agricole à grande échelle (Mayaux *et al.*, 2013 ; Rudel, 2013). Les principaux facteurs de déforestation identifiés en Afrique Centrale sont l'agriculture itinérante, l'extraction de bois de chauffage, l'exploitation forestière et l'exploitation minière (Abernethy *et al.*, 2016 ; Gillet *et al.*, 2016), même si à l'échelle du continent c'est bien l'impact de l'agriculture itinérante qui prédomine (Curtis *et al.*, 2018). Par ailleurs, la croissance démographique de la population influe directement sur l'ampleur de l'agriculture itinérante en zone rurale, et en zone urbaine la demande en ressources forestières telles que le charbon et la viande de brousse ne cessent de croître. De même, une accessibilité accrue aux écosystèmes forestiers accélère également la déforestation et la dégradation des forêts (Damania & Wheeler, 2015), ce qui est le cas en Afrique Centrale ces dernières années avec une augmentation du nombre de routes ou de pistes à proximité des zones boisées (Abernethy *et al.*, 2013 ; Koerner *et al.*, 2017). Cette tendance est notamment due à l'exploitation forestière sélective. Bien qu'elle ait un impact modéré sur la déforestation, un effet secondaire est l'ouverture et la fragmentation de blocs forestiers continus permettant un accès facilité à des zones reculées (Poulsen *et al.*, 2011). Dans les années 2000, le développement du secteur de l'exploitation forestière industrielle en Afrique Centrale a conduit à une expansion considérable du réseau de routes (Laporte *et al.*, 2007), lequel a doublé entre 2003 à 2019 au sein des concessions forestières (Kleinschroth *et al.*, 2019). Même si ce phénomène est ancien avec la création de routes pour percevoir les impôts et acheminer la main d'œuvre, le développement aujourd'hui exponentiel des infrastructures de transport devrait devenir le principal moteur de la déforestation dans le bassin du Congo au cours des dix prochaines années (Kleinschroth *et al.*, 2019 ; Megevand, 2013).

3.2. Les paysages des fronts de déforestation au prisme de la télédétection

Avec le développement rapide de l'imagerie satellitaire ces dernières décennies, la télédétection a véritablement révolutionné l'étude des paysages. Celle-ci permet de couvrir de larges zones et de produire des analyses sur de grands ensembles paysagers. De plus, la qualité des images disponibles ces dernières années, toujours plus précises spatialement, radiométriquement ou temporellement, permet de produire des analyses de l'occupation des sols et de la déforestation aussi bien à l'échelle mondiale (Curtis *et al.*, 2018) et continentale (Mayaux *et al.*, 2004), que sur des zones plus régionales, telles que le bassin du Congo (Mayaux *et al.*, 2003 ; Bourbier *et al.*, 2013). Ces suivis peuvent également être réalisés de manière plus localisée grâce à la disponibilité croissante

d'images disposant d'une haute résolution spatiale, comme en périphérie des villes (Sikuzani *et al.*, 2017) ou au sein d'aires protégées (Kyale Koy *et al.*, 2019). En ce sens, l'utilisation de la télédétection, couplée aux analyses par système d'information géographique (SIG), est apparue au fil des ans plus que pertinente pour caractériser la matérialité géographique des paysages, et ce d'autant plus dans les forêts d'Afrique Centrale où les terrains peuvent être difficiles d'accès (Laporte *et al.*, 1995 ; Mayaux & Achard, 1999 ; Mayaux *et al.*, 1999 ; Eva & Lambin, 2000 ; Gond *et al.*, 2003 ; Kerr & Ostrovsky, 2003 ; Potapov *et al.*, 2008 ; Gond et al, 2016). Ainsi, les suivis de la déforestation font quasi systématiquement appel à la télédétection, ce qui permet de dresser rapidement et de manière précise un état des lieux de la situation du couvert forestier (Mayaux *et al.*, 2003 ; N'Da *et al.*, 2008 ; Demaze, 2011 ; Bourbier *et al.*, 2013 ; Gond *et al.*, 2016). Dans une même optique la télédétection est également utile dans la surveillance des feux de brousse (Eva & Lambin, 2000 ; Bucini & Lambin, 2002) et plus généralement dans le suivi des perturbations anthropiques sur la dynamique et la structure des paysages (Oszwald *et al.*, 2007 ; Vancutsem *et al.*, 2009 ; Oszwald *et al.*, 2015). De plus, les dernières études mettent en avant la puissance de la télédétection pour différencier, sur la simple base des statistiques contenues dans les pixels composant les images satellites, les types de perturbations du couvert forestier observées, qu'elles soient issues d'un véritable processus pérenne de déforestation, ou qu'il s'agisse de perturbations temporaires (Curtis *et al.*, 2018).

Toutefois, étudier le paysage uniquement sur la base de données physiques et statistiques contenues dans l'imagerie satellitaire tend à figer le paysage dans le temps et dans l'espace, ne permettant pas d'appréhender véritablement les dynamiques à l'œuvre au sein de celui-ci sur le temps long, ne disposant pas de données avant les années 1970. Même si ces analyses sont essentielles, elles ne détaillent pas la façon dont les populations locales caractérisent, perçoivent et ont utilisé leur environnement et leurs ressources au fil du temps. En effet, même si certaines de ces études se basent sur des données empiriques dans le cas d'analyses plus fines, à l'échelle régionale voire locale, elles peinent à prendre en compte l'aspect social du paysage. Ces recherches intègrent majoritairement des connaissances en physique, en écologie et en agronomie pour produire des cartes d'occupation des sols (Mayaux *et al.*, 2004 ; Sano *et al.*, 2010) et seulement quelques études, pour la plupart récentes, en Afrique subsaharienne ont intégré les savoirs locaux dans des analyses par télédétection au sein de régions présentant une dégradation du couvert forestier (Yiran *et al.*, 2012 ; Sulieman & Ahmed, 2013 ; Tahir *et al.*, 2017 ; Del Rio *et al.*, 2018), et cela est également le cas ailleurs dans le monde (Jiang, 2003 ; Kumpula *et al.*, 2010). Ces contributions démontrent notamment que les analyses par télédétection peuvent être mises en dialogue avec les savoirs locaux

afin d'enrichir la compréhension faite des paysages et de leurs dynamiques. Cela permet notamment d'ancrer les résultats et les cartes produites dans la réalité du terrain, et donc de considérer le point de vue et les perceptions des populations et des acteurs qui utilisent et façonne le paysage, ce qui est essentiel pour proposer des programmes de conservation et de développement adaptés aux contextes et aux enjeux environnementaux et sociaux locaux.

3.3. De l'importance des sciences sociales pour étudier les interactions humains-milieux

L'intégration d'approches sociales apparaît plus que pertinente afin d'étudier les interactions humains-milieux et leur implication dans la dynamique des paysages. Les forêts sont vitales aux sociétés humaines, que ce soit d'un point de vue économique, mais également au niveau sanitaire : en milieu rural tropical, elles sont bien souvent à la fois une source alimentaire pour les populations locales, mais également une source de développement (Hladik *et al.*, 1996). Le développement a très longtemps été purement économique, basé sur une exploitation effrénée de l'environnement, avec des logiques extractivistes et productivistes responsables des grands fronts de déforestations. Cela a participé à définir une économie de l'environnement, lequel se retrouve monétarisé avec une valeur bien souvent dépendante de facteur externes fluctuants, caractérisés par le cours des marchés mondiaux (Vivien, 2007). Même si c'est encore majoritairement le cas de par le monde, depuis les années 1960-1970 et la reconnaissance d'une crise environnementale mondiale, de plus en plus de courants de pensées défendent une économie écologique caractérisée par un développement plus durable et respectueux l'environnement face à une économie globalisée (Vivien, 2007 ; Laurent & Cacheux, 2015). Cette nouvelle perspective défend notamment une pensée systémique, considérant des systèmes complexes ainsi que leurs interrelations afin d'appréhender les interactions entre la biosphère, les activités humaines et l'économie, et ce de manière interdisciplinaire (Froger *et al.*, 2016). Ainsi, le développement n'est plus simplement économique, mais intègre la notion de bien-être et doit devenir socialement durable, c'est-à-dire pouvant être transmis de manière intra et intergénérationnelle (Ballet *et al.*, 2004).

Toutefois, pour ce faire, il est apparu essentiel de réintégrer l'être humain comme acteur, mais également comme garant, de la dynamique des écosystèmes et de la protection des processus écologiques. C'est en ce sens que le concept de socio-écosystème (SES), ou *socio-ecological system,* a été développé au début des années 2000, suite à une volonté des écologues de réintroduire les sciences sociales dans les études écologiques de long terme (Redman *et al.*, 2004 ; Liu *et al.*, 2007 ; Ostrom, 2009). Le concept de SES se fonde sur un modèle systémique complexe couplant les sociétés et la nature au sein de sous-

systèmes en interactions, lesquelles sont caractérisées par la notion de services écosystémiques. Ces derniers sont définis comme les "contributions des écosystèmes au bien-être humain" (Burkhard *et al.*, 2012). Cette notion a vu le jour dès la fin des années 1970 (Westman, 1977 ; Ehrlich & Ehrlich, 1981) et a été popularisée de manière beaucoup plus large par le *Millennium Ecosystem Assessment* (2005). Plus récemment cette notion a été reprise par la Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES), redéfinissant la notion comme les "contributions de la nature aux populations" (Díaz *et al.*, 2018 ; Pascual *et al.*, 2017) et insistant particulièrement sur l'importance de la culture et des savoirs locaux.

L'ensemble des approches mobilisant la notion de services écosystémiques s'accordent sur le fait que ce sont bien ces derniers qui constituent le lien entre les écosystèmes et les sociétés humaines, caractérisant donc les interactions humains-milieux. Toutefois, avec de fait des dimensions à la fois sociales et écologiques, de multiples disciplines se sont attelées à les étudier, et ce en développant à chaque fois de nouvelles méthodes répondant à des problématiques spécifiques à leur discipline (Jacobs *et al.*, 2016). Les analyses écologiques se concentrent principalement sur les propriétés biophysiques des écosystèmes et leurs dynamiques écologiques (De Groot *et al.*, 2002 ; Boeraeve *et al.*, 2015). Les analyses économiques s'attachent à définir la valeur monétaire des services écosystémiques (Wilson & Carpenter, 1999). Et enfin les analyses sociales s'intéressent à leurs valeurs sociales et culturelles pour la société qui en tire profit (Martín-López *et al.*, 2012). Or, il semble nécessaire de combiner ces méthodes et ces approches afin de développer des évaluations intégrées des services écosystémiques (Jacobs *et al.*, 2018). En croisant entre elles les approches écologiques, économiques et sociales des services écosystémiques (Burkhard *et al.*, 2010 ; Felipe-Lucia *et al.*, 2015 ; Jacobs *et al.*, 2016), cela doit permettre d'appréhender toute la complexité des interactions humains-milieux et la manière dont elles influencent la dynamique du paysage qui les abrite. Par ailleurs, un SES résulte d'une coévolution de l'écosystème, de l'économie, de la culture, de la technologie et de l'implantation institutionnel à différentes échelles (Martens & Rotmans, 2005), ce qui justifie de combiner l'utilisation des sciences sociales et naturelles dans une approche cohérente afin de mettre en exergue les différents niveaux de relations entre les populations humaines et leur environnement (Ostrom & Cox, 2010).

3.4. Le paysage comme concept intégrateur des interactions humains-milieux

La déforestation et ses conséquences touchent et impactent l'ensemble des populations humaines, mais également animales dépendantes des écosystèmes forestiers. De même elle joue un rôle direct dans le dérèglement du climat, les processus climatiques dépendant de l'existence des forêts. Pour illustrer ce propos, la fragmentation des

habitats forestiers, mais également la simple dégradation de ces espaces, est l'un des facteurs facilitant de développement de maladies zoonotiques de par le monde, touchant aussi bien les populations humaines que animales (Aguirre & Tabor, 2008 ; Li *et al.*, 2012 ; Rulli *et al.*, 2017 ; Sahu *et al.*, 2020). En effet, l'augmentation des contacts entre populations humaines et faune sauvage induite par la fragmentation des habitats (Bloomfield *et al.*, 2020) facilite le transfert de pathogènes, que ce soit depuis la faune sauvage vers l'être humain (Olivero *et al.*, 2017 ; Rulli *et al.*, 2017 ; Adetola & Adebisi, 2019), mais également dans le sens inverse, même si cela est nettement moins étudié (Epstein & Price, 2009), ou encore de manière bidirectionnelle (Goldberg *et al.*, 2008). En plus d'être un facteur délétère pour la conservation de la biodiversité, la déforestation apparaît directement nuisible pour la santé humaine, venant poser la question du rapport coût / bénéfice de celle-ci par rapport aux retombées économiques.

Dans un contexte mondial où les préoccupations liées à l'émergence de maladies prennent une place de plus en plus importante, mais également face à une volonté de plus en plus prégnante de conserver la biodiversité, les écosystèmes et les services qu'ils rendent au populations humaines, les mouvements *OneHealth* et *EcoHealth* préconisent le développement d'approches globales de protection de la santé humaine, de la santé animale et des écosystèmes, et ce grâce à l'étude de systèmes complexes caractérisés par des composantes écologiques et sociales en interactions (Violle & Lesne, 2014). Or, de par son caractère hybride, il apparaît que le paysage est un concept permettant l'étude de ces interactions dans toute leur complexité. En ce sens, les travaux à l'échelle locale du paysage sont de plus en plus préconisés, lesquels permettent de cartographier la fragmentation des milieux et donc leur degré de dégradation, mais également de mettre en relation les zones potentielles de contacts entre les êtres humains, de par leurs pratiques, et la faune sauvage, de par leur écologie (Bloomfield, 2020).

Le paysage est le reflet de la société qui s'y installe et le transforme, qui y vit et évolue, mais également qui en tire ses moyens d'existence et de subsistance. De nombreuses définitions du concept de paysage ont vu le jour au fil du temps. Même si certaines diffèrent de par la discipline qui le définit, pour autant, toutes s'accordent pour le placer à l'interface de la nature et des sociétés. Sans refaire l'historique de ces définitions, "le paysage est la résultante de la dynamique du milieu et de la société qui s'y est développée" (Burel & Baudry, 1999). Dans une optique similaire, "ce sont les modes de production au sens large, c'est à dire produisant des biens matériels et culturels, qui, à l'intérieur d'un groupe social défini et dans un espace donné, dessine le contenu matériel et culturel d'un paysage" (Bertrand, 1978). De même la Convention européenne de Florence (Conseil de l'Europe, 2000) a abouti à une définition juridique du paysage, lequel désigne "une partie de territoire telle que perçue par les populations, dont le caractère

résulte de l'action de facteurs naturels et/ou humains et de leurs interrelations". Ainsi, il est admis d'affirmer, d'après ces définitions, qu'étudier l'espace paysage, produit des interactions humains-milieux, est un enjeu de société, relevant à la fois de problématiques écologiques mais également sociales, enjeu d'autant plus important dans un contexte de changements globaux. Cela revient à définir le paysage comme un support de processus écologiques mais également de constructions sociales, au sein duquel il est possible d'observer une pluralité de contextes socio-écologiques. Cette particularité justifie son intérêt et son utilisation pour appréhender toute la complexité des interactions entre les populations humaines et leurs milieux, incluant l'ensemble des organismes vivants le peuplant, et permettant de répondre aux attentes des mouvements *OneHealth* et *EcoHealth*. Le paysage apparaît donc comme un concept intégrateur, résultat présent de ces interactions passées ayant évolué dans le temps. Ainsi, étudier la dégradation des écosystèmes forestiers par le prisme du concept de paysage permet d'intégrer aussi bien l'aspect physique et écologique de la déforestation, caractérisé par la matérialité du tissu géographique, que l'aspect social de celle-ci, en s'intéressant à ses facteurs et donc à sa dynamique. **Au final, étudier le paysage permet de mieux comprendre comment une société vie avec son environnement et participe à sa transformation, dont la déforestation est l'une des empreintes visibles dans le temps et dans l'espace.**

4. Terrain d'étude : la chefferie des Batéké Nord

Le terrain d'étude sera présenté à plusieurs reprises dans les différentes parties de la thèse. Toutefois, le contexte local de la zone d'étude constitue un socio-écosystème particulier, défini par "un groupe particulier de personnes, un ensemble particulier de ressources et un ensemble particulier d'institutions qui fonctionnent ensemble" (Janssen *et al.*, 2007). C'est pourquoi, afin de cadrer le sujet de cette thèse et de l'ancrer dans son contexte socio-environnemental actuel, mais également géographique et historique, il a été décidé d'en faire une présentation complète dès l'introduction de ce manuscrit.

4.1. Géographie, environnement et société

Cette thèse a été menée au sein de la chefferie des Batéké du Nord, sur le Territoire de Bolobo dans la province Maï-Ndombe en RDC. Le paysage de cette zone est structuré par une mosaïque forêt/savane localisée à la périphérie de la forêt du bassin du Congo (Pennec *et al.*, 2016). Cette zone tropicale humide connaît quatre saisons : une grande saison sèche de la mi-mai à la mi-septembre ; une grande saison des pluies de septembre à janvier ; et d'une courte saison sèche de janvier à mars, suivie d'une courte saison des pluies de mars à mai. Entre mai 2012 et mai 2013, les précipitations annuelles ont été de

2387 mm (Narat *et al.*, 2015a). Entre mai 2012 et avril 2014, la température moyenne à 7 heures du matin était de 22,6 °C (Pennec *et al.*, 2016).

Située à moins de 300 km de la capitale Kinshasa, avec un accès direct par le fleuve Congo, la région fournit la capitale en ressources agricoles, principalement en maïs et en manioc, mais également en produits forestières tels des feuilles de *Gnetum africanum*, de la viande de brousse et du charbon de bois (ISCO, 2010). La région est principalement peuplée par les Batio, également appelés Batéké en lingala, que l'on retrouve également au Sud de la zone d'étude et ce jusqu'à Kinshasa, mais également à l'Ouest, de l'autre côté du fleuve, au sein de la République du Congo où ils représentent une large proportion de la population, ainsi que de manière plus minoritaire dans le Sud-Est du Gabon. Les histoires orales expliquent localement l'arrivée et l'installation des Batio de la zone depuis la République du Congo. Bienatio serait d'après ces contes le premier grand-chef Tio de la zone et aurait fondé le premier village Mbee, chef-lieu où est localisé le pouvoir de la chefferie, après avoir conquis le territoire alors aux mains des Baboma, une ethnie aujourd'hui majoritairement localisée à l'Est de la chefferie. Les Batio vivent principalement de l'agriculture sur brûlis et de la chasse, ainsi que de la pêche, de la cueillette et de l'élevage. La densité humaine moyenne dans la chefferie est d'environ 15 habitants/km^2, mais peut être beaucoup plus faible (<5) dans certaines parties du territoire (ISCO, 2010).

Le site d'étude lui-même a été défini par les limites des territoires villageois appartenant aux familles des différents chefs coutumiers locaux. Seuls les territoires où opèrent l'organisation non gouvernementale locale MMT ont été intégrés dans l'étude, incluant au total 10 villages (Figure 1.2). C'est en 1997, suite à l'observation de la diminution du gibier et des ressources piscicoles par la population, que l'ONG MMT a été créée, avec comme objectif premier de proposer et de développer des activités de subsistances alternatives et ainsi améliorer les conditions de vie des populations villageoises (Narat, 2014). C'est notamment sous l'impulsion de Jean-Christophe Bokika, juriste à Kinshasa et fils d'un chef coutumier de Nkala, que l'ONG a vu le jour. L'une des premières actions de MMT a été la construction d'une ferme expérimentale à 2 km au Nord de Nkala afin de tester et de proposer à la formation des activités alternatives à la population (Narat, 2014).

L'un des faits notoires de la zone est l'interdit alimentaire pratiqué par les Batio concernant la consommation de bonobos. Localement, cette espèce de grand singe est considérée dans les contes comme un ancêtre humain ayant rejoint la forêt suite à des dettes qu'il ne pouvait pas rembourser, et avec le temps les poils lui auraient poussé sur le corps. Toutefois, après constatation de l'érosion de cet interdit alimentaire et

l'augmentation du braconnage, MMT s'est engagé dans un processus de sensibilisation de la population quant à la protection de cette espèce de grand singe, conduisant en 2001 à la création de la première forêt de conservation communautaire, à proximité du village de Nkala. Par la suite d'autres villages ont pris le pas, permettant la mise en place d'un réseau de forêts communautaires, lesquelles sont visibles sur la Figure 1.2. MMT coordonne ce réseau de forêts dont l'objectif premier est la conservation des populations de bonobos peuplant les différents patchs forestiers. Toutefois, MMT mise également sur ces forêts afin de promouvoir un développement économique durable pour les habitants de la région (Narat *et al.*, 2015b). À noter que ce programme de conservation est dit en *bottom-up*, c'est-à-dire issu d'une initiative locale permettant aux populations villageoises de maintenir leur place dans le processus décisionnel, à l'inverse des approches *top-down* où les programmes sont institutionnalisés avec bien souvent une décentralisation de la gouvernance, laquelle se retrouve aux mains d'ONGs internationales. Il s'agit d'un cas unique en RDC. Même si ce projet a vu le jour au début des années 2000, l'officialisation et la reconnaissance des forêts communautaires par l'état n'ont été concrétisées qu'en 2017 (Photo 1.1).

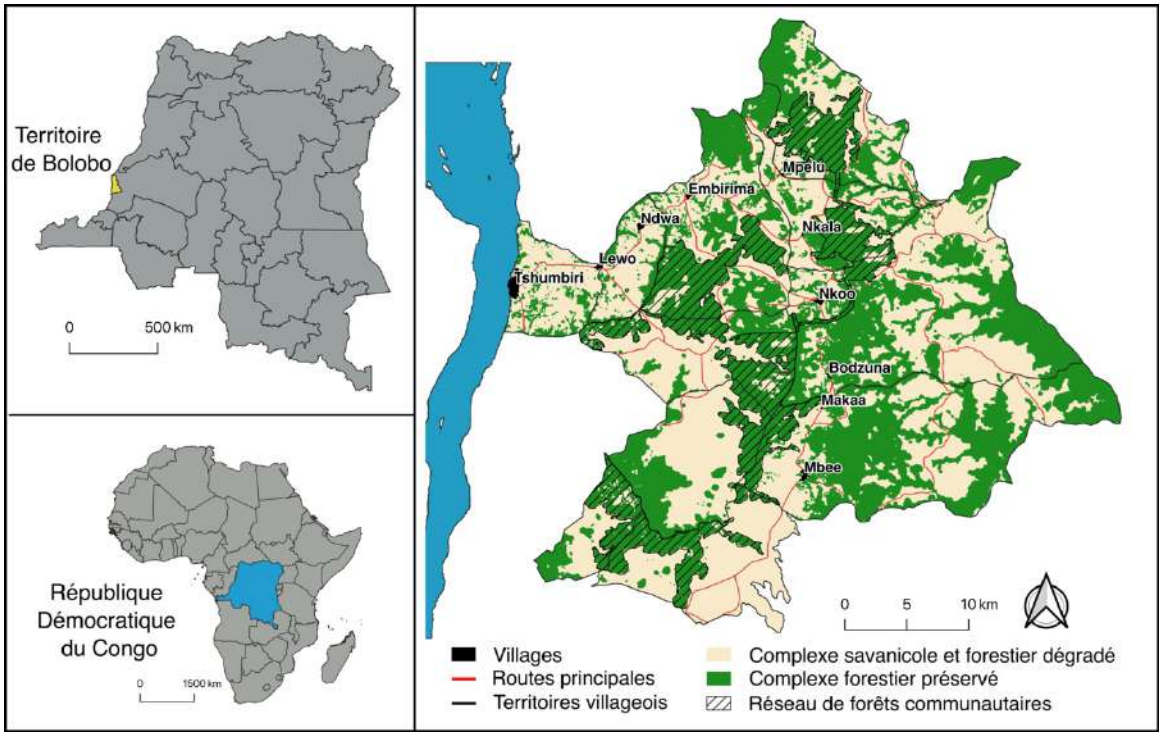


Figure 1.2 : Zone d'étude délimitée par les territoires villageois impliqués dans les actions de l'ONG MMT, chefferie des Batéké Nord, Territoire de Bolobo, République Démocratique du Congo.

Copyright : Christophe Demichelis 2020

Photo 1.1 : Officialisation par le gouverneur de province de la forêt communautaire de Nkala, première forêt communautaire historique de la zone. Lors de cette journée l'ensemble des chefs coutumiers ayant dédié une partie de leurs forêts à la gestion communautaire ont reçu un certificat, en présence notamment des administrations étatiques et coutumières locales, mais également en présence des membres de MMT et du WWF. La cérémonie s'est tenue en juin 2017 sur la base locale du WWF.

En 2005, le WWF a rejoint MMT sur le terrain et a également entrepris un programme de conservation des bonobos dans la région. Le WWF et MMT, malgré certaines tensions, travaillent de pair au sein des forêts communautaires de Nkala et Mpelu, les deux forêts au sein desquelles les épidémies à virus respiratoire humain sont survenues en 2014 et 2015 (Grützmacher *et al.*, 2018). En parallèle de leurs programmes de conservation, les deux ONGs mettent en place des micro-projets de développement au sein des différents villages de la zone, principalement autour de l'élevage et de l'agriculture, et cherchent également à développer un écotourisme basé sur l'habituation de communautés de bonobos et la culture locale. Également, le WWF intègre depuis 2016 son programme de

conservation au sein d'un projet REDD+ (Réduction des Émissions dues à la Déforestation et à la Dégradation forestière) à l'échelle de la province Maï-Ndombe. Ce programme peinait toutefois à convaincre les populations au moment de l'étude de terrain, notamment du fait du boisement de zones savanicoles, pourtant essentielles pour les populations locales, au-delà du reboisement des zones déforestées ou dégradées pour lequel la population montre plus d'enthousiasme. La très faible rémunération de la population comme main d'œuvre pour mener à bien ce projet, ainsi que l'achat de matériel onéreux tels que des tracteurs pour labourer les savanes avant la plantation des jeunes arbres, sont des points noirs ne facilitant pas l'acceptation du projet, et entrainant de surcroit des tensions entre la population et les agents du WWF porteurs du projet, mais également entre les habitants eux-mêmes, certains accusant d'autres d'accepter de se faire exploiter. Quoiqu'il en soit, via leurs projets, MMT et le WWF sont tous deux impliqués dans les politiques de gestion des terres, ce qui a entraîné, notamment avec la mise en place des forêts communautaires, une modification des règles d'accès à l'espace et donc des pratiques et modes d'exploitation des ressources naturelles. Mais ces ONGs ne sont pas les seules à avoir provoquer ces modifications de réglementation. Le Territoire de Bolobo a vu s'installer depuis la fin des années 1950 une grande société d'élevage extensif bovin (la SOGENAC, anciennement SEBO) destiné à l'approvisionnement de Kinshasa (ISCO, 2010). Cette société occupe principalement des savanes, mais empêche également l'accès à certaines forêts incluses dans les savanes qu'elle privatise, ce qui vient de surcroît, au même titre que les ONGs, modifier les droits d'accès à l'espace.

4.2. Histoire socio-économique

Cette région a été profondément impliquée dans un commerce fluvial de l'ivoire et d'esclaves au 19ème siècle, apportant richesse et autorité politique aux commerçants locaux. La colonisation belge a cependant mis à mal son importance (Harms, 1981). À la suite des voyages de Henry Morton Stanley dans le bassin du Congo en 1877, les intérêts commerciaux belges (notamment l'Association internationale africaine du roi Léopold de Belgique) ont été à l'origine d'une série de traités avec les dirigeants locaux pour lancer le commerce de l'ivoire. Par la suite, cette partie du bassin du Congo a connu un afflux d'intérêts commerciaux européens, qui ont décimé le commerce local. Les incursions européennes ont également provoqué de violents conflits avec les habitants de la région qui cherchaient à sauvegarder leur contrôle sur le commerce. Ces conflits ont donné lieu à de violentes représailles, qui ont entraîné des migrations massives vers les territoires sous contrôle français de l'autre côté du fleuve (Vansina, 1973 ; Harms, 1981). Bien qu'ailleurs dans le bassin central du Congo la société concessionnaire de Léopold et l'État indépendant du Congo aient affirmé avoir mis en place un système brutal d'extraction du caoutchouc, les régions de Tshumbiri et de Bolobo semblent avoir été moins touchées par

ce régime du "caoutchouc rouge" du fait de leur fuite vers les territoires sous contrôle français (Harms, 1981). En 1909, de nouvelles structures commerciales locales se sont développées, basées sur la pêche et la culture du manioc, puis en 1920 sur l'élevage de volaille et de chèvres, reliant les commerçants intérieurs de la mosaïque forêt/savane aux réseaux commerciaux fluviaux (Harms, 1981).

Le 20ème siècle a apporté des changements supplémentaires à cette région du Congo belge. Le regroupement de la population dispersée alors sur le territoire dans des villages plus grands sous l'impulsion de l'administration coloniale, mais également les recensements et la construction de routes, ainsi que la présence des missionnaires et la construction d'écoles ont suivi au cours des décennies suivantes (Arthur, 1991 ; Achberger, 2013). Ces transformations ont contribué, ici comme ailleurs en Afrique Centrale, à l'expansion et à la transmission de la maladie du sommeil, à laquelle l'État colonial belge a répondu par de multiples mesures, notamment un contrôle de la mobilité de la population locale via la mise en place de passeports de santé, comme illustré sur la Photo 1.2 (Coquéry-Vidrovitch, 1972 ; Harms 1981 ; Lyons, 1994).

Bien que l'histoire postcoloniale locale souffre d'un grand manque de documentations, l'histoire du pays quant à elle est bien documentée. Les premières années de l'indépendance ont été marquées par une grande instabilité politique et économique et par une intervention internationale considérable (Moreau, 2010 ; De Witte, 2017 ; Kent, 2017). Sous Mobutu Sese Seko, les entreprises privées ont été nationalisées selon un processus dit de "zaïrianisation", mais ont encouragé une "kleptocratie", dans laquelle Mobutu et ses alliés ont extrait la richesse de ces entreprises pour leur profit personnel (Moreau, 2010 ; Bobineau, 2016). Largement soutenu par les pays européens et les États-Unis, Mobutu a réussi à rester au pouvoir pendant plusieurs décennies, mais le soutien extérieur à son régime s'est rapidement effondré après la chute de l'Union soviétique en 1989. Il est resté au pouvoir jusqu'en 1997, mais son extraction rapace des richesses a eu des conséquences profondément négatives pour l'ensemble du pays. Néanmoins, durant cette période postcoloniale, le site dans lequel la présente étude a été menée a connu des moments d'expansion économique éphémères, notamment dans les années 70 avec l'expansion de la production familiale de café, et à la fin des années 1990-début des années 2000, avec l'implantation d'ONGs. Parmi elles, la BIACO qui entre 1998 et 2005 a développé la culture du maïs et agi à la manière d'une coopérative en achetant les productions locales pour les revendre à Kinshasa, mais également MMT rejoint par la suite par le WWF dans la mise en place de leur projet de conservation et de développement local.

Copyright : Christophe Demichelis 2020

Photo 1.2 : Papa Fidèle, doyen des Batio âgé d'environ 90 ans durant l'étude, décédé en 2020, avec qui de nombreux entretiens individuels ont été conduits. Lors d'un entretien sur l'histoire de la région, il a tenu à montrer son passeport de santé datant de l'époque coloniale, lequel lui permettait de se déplacer et de justifier le paiement de ses impôts coloniaux.

5. Problématiques et hypothèses de recherche

Cette thèse a pour objet de cerner les dynamiques à l'œuvre au sein de la mosaïque forêt/savane structurant une portion de la chefferie des Batéké Nord en RDC en termes d'interactions humains-milieux et de leurs conséquences sur le paysage à plusieurs échelles spatio-temporelles, notamment en termes de dynamique de déforestation. Le paysage peut être apparenté à la carte d'identité d'une société : c'est le témoin présent des activités anthropiques passées dont les traces laissées sont directement observables dans l'espace. Ainsi, dans les interactions entre les êtres humains et leurs milieux sont considérées ici les pratiques humaines d'exploitation des ressources naturelles, mais également les perceptions des populations locales et les règles de gouvernance ayant influencé les activités anthropiques et les modes de vie au fil du temps. L'objectif final de cette recherche est de développer des connaissances sur une espace particulier encore très peu étudié, située à la périphérie de la forêt du bassin du Congo. En ce sens, cette thèse de doctorat entend produire des supports d'analyse permettant d'alimenter les débats et les prises de décision en termes de conservation de la biodiversité, mais également de développement durable des populations humaines, à l'échelle locale. Pour cela cette thèse s'articule autour de différents questionnements :

- Comment la mosaïque forêt/savane a-t-elle évolué au cours du siècle dernier ? Et quelle est sa dynamique actuelle ?

- Ce paysage fragmenté est-il la résultante d'une dynamique de déforestation passée et actuelle ou au contraire la forêt est-elle venue coloniser un espace au départ savanicole ?

- Dans quelles mesures les populations humaines, mais également les systèmes de gouvernance successifs, ont-ils joué un rôle dans cette évolution ?

- Existe-t-il au sein de ce paysage une variabilité de situations observées ou au contraire la structure paysagère et les pratiques humaines sont-elles similaires sur l'ensemble de la zone étudiée ?

- Enfin, dans quelle mesure cela influe-t-il les dynamiques de déforestation à l'œuvre au sein du paysage ?

Pour répondre à ces questions, les travaux s'appuient sur différentes hypothèses :

1. Le paysage se situe à l'interface de la nature et des sociétés. De fait, il peut être défini comme un système complexe avec des composantes sociales et écologiques en interactions. Le paysage peut être appréhendé comme un socio-écosystème et les services écosystémiques rendus par les milieux aux populations humaines caractérisent les interactions humains-milieux. Ces interactions sont responsables de la dynamique du système, donc du paysage. Ainsi le paysage peut être étudié au prisme des services écosystémiques.

2. La télédétection est un outil puissant permettant une analyse fine de la structure paysagère mais qui se base uniquement sur des caractéristiques physiques du milieu relevées sur le terrain et des données statistiques contenues dans les images satellites. La prise en considération des savoirs locaux pour conduire des analyses en télédétection permet d'examiner de manière plus fine le paysage, en ancrant les résultats dans la réalité du terrain car basés sur les représentations locales du paysage en plus des caractéristiques physiques du milieu. Cela permet également de mieux appréhender les processus à l'œuvre en termes d'exploitation du milieu et de services écosystémiques.

3. L'histoire locale au cours du siècle dernier caractérisée par la colonisation, l'indépendance du pays et l'apparition d'ONGs a entrainé de profonds bouleversements en termes de gouvernance des terres. Ces bouleversements ont provoqué des modifications de pratiques et d'exploitations des ressources naturelles au fil du temps, lesquels doivent être observables sur la structure

actuelle du paysage. La prise en compte de ces transformations nécessite une analyse historique afin de de les mettre en exergue et de pouvoir évaluer leur influence sur le paysage actuel. L'utilisation de données géo-historiques permet d'analyser le paysage sur des temps plus long que la télédétection seule, et donc de mieux appréhender l'évolution des interactions entre les êtres humains et leur milieu.

4. Le paysage local est structuré autour d'un milieu hétérogène composé d'un réseau de patchs forestiers et de savanes. Le paysage diffère donc d'un endroit à l'autre et ce de manière rapide. Les pratiques humaines sont directement liées à la structure du paysage, et doivent donc différer d'un village à l'autre en fonction des ressources environnantes, mais également en fonction de leur situation géographique au sein même du territoire par rapport aux autres villages et aux axes de communication. Ce milieu hétérogène doit présenter une forte variabilité locale en termes de pratiques humaines, et donc en termes de dynamique paysagère et de déforestation.

Sur la base de ces hypothèses, une approche conceptuelle et une méthodologie d'enquête et de recueil des données adaptées au terrain d'étude ont été développées, lesquelles ont permis de répondre aux questions centrales de cette thèse.

6. Structure du manuscrit

En plus de cette introduction générale (**Partie 1**) et d'une conclusion débattant des principaux résultats de la thèse (**Partie 7**), ce manuscrit est structuré en cinq parties pouvant être lues de manière indépendante. Parmi ces cinq parties composant le cœur de cette thèse, les quatre premières correspondent à des articles publiés, acceptés ou soumis. La cinquième présente des résultats originaux n'ayant pas fait l'objet d'une publication ni même d'une soumission, correspondant davantage à un travail plus conventionnel de thèse en sciences sociales, même si celle-ci a été rédigée et structurée sous la forme d'un article détaillé. Bien que soutenant une thèse de doctorat en géographie, le choix de proposer une thèse sur articles, ce qui est peu courant en sciences sociales, mais pour autant de plus en plus répandu, a découlé d'un choix personnel, et ce en accord avec mes directrices de thèse. Issu des sciences naturelles, la production d'articles scientifiques me permet une plus grande visibilité au-delà du seul domaine de recherche dans laquel est soutenue la thèse.

Partie 2 : Approche théorique et méthodologique du paysage

Cette partie fixe le cadre théorique de la thèse sous la forme d'une réflexion autour du

concept de paysage et de la transdisciplinarité qui en découle. Après avoir présenté le contexte dans lequel cette thèse a été produite, cette partie déconstruit le concept de paysage pour mettre en lumière son hybridité, à l'interface de la nature et des sociétés. De cette hybridité est proposée une approche socio-écosystémique des paysages, consolidée par le concept de formation socio-spatiale, en prenant pour exemple le terrain d'étude de cette thèse. Ainsi, le paysage se retrouve au centre d'un système complexe structuré par des composantes sociales et écologiques en interaction caractérisées par le concept de services écosystémiques responsable de la dynamique du paysage. Sur la base de cette approche, la méthodologie inductive et multidisciplinaire mise en place dans le cadre de cette thèse et déployée sur le terrain est présentée, de même que la manière dont les données recueillies ont été organisées. Cette partie conclut sur la richesse et les atouts du concept de paysage afin d'en terminer avec la rupture en nature et culture encore aujourd'hui bien souvent imposée par la sectorisation des sciences. Cette partie correspond à une adaptation d'un article soumis lors d'un appel à texte lancé en décembre 2017 suite à la 2ème Journée d'Études des Doctorants du CESSMA sur le thème de l'interdisciplinarité du jeune chercheur en sciences sociales (*L'interdisciplinarité : défis méthodologiques et enjeux de positionnement pour le jeune chercheur)*. Une première version a été soumise avant la deuxième mission de terrain, laquelle a été revue à la suite de celle-ci avant d'être publiée définitivement au sein d'un numéro spécial de la revue *Encyclo*, revue de l'école doctorale (ED 382) "Économie, espaces, sociétés, civilisations, pensée critique, politique et pratique sociale" de l'Université Paris-Diderot (Demichelis, 2020).

Partie 3 : Analyse du paysage dans ses différentes composantes : *land cover*, *land unit* et *land use*

Cette partie rédigée en anglais correspond aux premiers résultats publiés de la thèse. Il s'agit véritablement d'une partie dressant la carte d'identité du paysage actuel de la zone étudiée, produisant des résultats par télédétection sur la base des savoirs locaux, ce qui ancre véritablement cette étude dans la réalité du terrain. Cette partie analyse le paysage de manière multidimensionnelle, et ce d'après trois niveaux d'analyse que sont le *land cover*, le *land unit*, et le *land use*, soit l'occupation des sols, les unités paysagères et l'utilisation des terres. Deux résultats majeurs ressortent de cette partie. Le premier est la production d'une carte actuelle par télédétection du *land cover*, ou de l'occupation des sols, basée sur une image satellite Sentinel-2 de 2017 et permettant de dresser un état des lieux du paysage actuel tant dans sa structure que dans sa composition. L'intégration des savoirs locaux a notamment permis d'affiner les résultats et l'analyse. Par ailleurs, cette carte, en offrant une vision d'ensemble du paysage actuel, a été réutilisée dans plusieurs parties de la thèse afin de conduire des analyses liées à la déforestation et à

l'évolution du couvert forestier, mais également au lien qu'entretiennent les populations avec le paysage dans le cadre de leurs activités. Le deuxième résultat principal est la production d'un modèle conceptuel de la dynamique actuelle du paysage, en fonction des perceptions de la population quant à celui-ci, le *land unit*, et l'utilisation qu'ils en font, le *land use*. Cela permet notamment, en croisant ces observations avec des procédés écologiques et agronomiques généraux, de mieux comprendre la manière dont la population participe à la dynamique du paysage. Cette partie correspond à une adaptation d'un article rédigé en anglais soumis en juillet 2019 et publié en avril 2020 dans la revue *African Journal of Ecology* (Demichelis *et al.*, 2020).

Partie 4 : Analyse géo-historique du paysage et influence des mobilités villageoises

Cette partie rédigée en anglais s'intéresse à l'évolution du paysage, et notamment du couvert forestier, sur un temps plus long que celui considéré par télédétection, la première image satellite de la zone exploitable datant de 1973. Ainsi, le paysage est étudié sur une période couverte par la mémoire humaine, c'est-à-dire depuis le début du 20ème siècle, d'après les témoignages recueillis. L'objectif de cette partie est d'identifier l'implication des populations humaines dans l'évolution du couvert forestier, et ce par le prisme des mobilités villageoises passées. Celles-ci sont analysées d'un point de vue historique, recensant leurs causes et leurs périodes d'occurrence, mais également géographique, en localisant l'emplacement de ces anciens villages aujourd'hui abandonnés. En couplant ces informations avec la carte du *land cover* produite dans la première partie, la structure paysagère de ces anciens villages a pu être analysée. Ainsi, la prise en compte de l'ancienneté des mobilités villageoises, mais également de la distance de ces anciens villages par rapport aux villages actuels, a permis d'analyser l'évolution de ces zones anciennement habitées et installées initialement en savane, lesquelles traduisent une colonisation progressive de la forêt sur les espaces savanicoles. Par ailleurs, cette partie s'intéresse également aux modifications de modes de vie provoquées par la colonisation belge durant cette période, passant d'une exploitation homogène et peu intensive sur l'ensemble de la zone par de petits villages mobiles, à une exploitation hétérogène et intensive en périphérie des villages actuels, plus grands et sédentaires. Cela permet notamment de mettre en exergue une transformation des modes d'usage de l'espace et d'exploitation des terres, ce qui a un impact direct dur les dynamiques locales de déforestation. Les résultats de cette partie ont fait l'objet d'un article en anglais qui a été soumis en octobre 2020 à la revue *Bois et Forêts des Tropiques* du CIRAD. Celle-ci a été acceptée en version définitive en février 2021 et paraîtra dans le numéro 348 du 2ème trimestre 2021 (Demichelis *et al.*, 2021).

Partie 5 : Analyse des fronts de déforestation au prisme des terroirs villageois

Cette partie interroge le lien entre les activités humaines et la structure du paysage à l'échelle des terroirs villageois. Ainsi, est proposée ici une analyse de la spatialité de ces activités en périphérie des villages de la zone d'étude, permettant de définir l'organisation spatiale des terroirs villageois. Sur la base de d'entretiens de groupe, un modèle théorique commun à l'ensemble des villages de la zone a ainsi été élaboré, présentant une organisation concentrique des activités en périphérie des villages. Ce modèle a été et vérifié grâce à une analyse empirique du terroir d'un village de la zone, Bodzuna. D'après les informations collectées, une variabilité locale en termes de distances parcourues pour chacune des activités, mais également d'intensité de ces activités, a pu être observée. Différents facteurs sont venus expliquer cette variabilité, lesquels ont été identifiés et analysés dans cette partie. La plus grande variabilité observée concerne notamment les activités agricoles, principal moteur de la déforestation. Pour cela, une analyse de la structure du paysage, basée sur la carte du *land cover* précédemment produite, a été conduite à l'échelle de chacun des terroirs villageois, permettant de définir différentes situations humaines et environnementales au sein même d'une zone pourtant restreinte. Ainsi différentes dynamiques de déforestation sont apparues, avec notamment deux axes présentant des situations bien distinctes : l'un attestant d'une dynamique de déforestation importante, et l'autre présentant des forêts encore largement conservées. En s'appuyant sur le concept de terroir villageois, pourtant aujourd'hui largement délaissé au profit d'études régionales, cette partie met en exergue toute la pertinence de réaliser des études locales, voire micro-locales, afin de mieux appréhender toute la complexité des relations entre les êtres humains et leur environnement dont l'empreinte est directement visible sur le paysage. Ces résultats ont fait l'objet d'une soumission en français dans la revue *L'information géographique* en mars 2021 pour laquelle une réponse est encore en attente au moment du dépôt de cette thèse.

Partie 6 : Analyse pluriannuelle (1973-1984-2000-2016) et multi-scalaire du paysage

Cette dernière partie présente des résultats originaux n'ayant pas fait l'objet de soumission en vue d'une publication et uniquement consultables dans cette thèse. L'un des points manquant jusqu'à présent était une analyse quantitative de la déforestation au sein de la zone étudiée. Ainsi cette partie propose de quantifier et de localiser la perte de forêts, mais également l'expansion forestière, en s'appuyant sur quatre images satellites Landsat datées de 1973, 1984, 2000 et 2016. Ainsi trois périodes sont considérées, à savoir 1973-1984, 1984-2000 et 2000-2016. Les résultats obtenus sont notamment mis en relation avec une analyse des évolutions socio-économiques majeurs dans la zone durant ces périodes. Deux niveaux d'analyses sont proposés afin de

s'intéresser une fois de plus à la variabilité locale. Une analyse sur l'ensemble de la zone étudiée est proposée en premier lieu, permettant notamment de localiser les points chauds de déforestation et d'expansion forestière tout en mettant en lumière les mécanismes généraux passées et présents responsables de cette dynamique. Par la suite, une analyse plus fine à l'échelle des territoires villageois est proposée. Les territoires villageois correspondent à des sous-unités géographiques reconnues par l'état et gérées par les chefs coutumiers qui en ont la charge. L'avantage de considérer ces territoires villageois résulte de leurs délimitations avérées dans l'espace, justifiant leur exploitation pour conduire une étude de la variabilité locale. Ainsi, les tendances sont décrites et analysées pour chacun des territoires au cours des trois périodes considérées, mettant en avant cinq profils d'évolution paysagère en termes de déforestation et d'expansion forestière. Cette analyse plus détaillée permet notamment de mettre en exergue le rôle et l'impact des différents villages, avec la mise en exergue d'une spécialisation économique de ces derniers, mais également des différentes ONGs sur le territoire en termes d'évolution du couvert forestier. À noter que les politiques agricoles passées, ainsi que la présence de la société d'élevage sur le territoire, sont également des facteurs pris en compte dans l'explication des résultats obtenus. Dès lors, cette dernière partie cherche à dresser un bilan à la fois général, mais également local, des évolutions des interactions humains-milieux et du couvert forestier entre 1973 et 2016, lesquelles ont conduit à la situation paysagère actuelle.

2

APPROCHE THEORIQUE ET METHODOLOGIQUE DU PAYSAGE

Copyright : Christophe Demichelis 2021

Mapio II en tenue traditionnelle, grand chef de la chefferie des Batéké Nord

1. Préambule

Cette partie propose une démarche réflexive et analytique développée autour du concept de paysage, avec comme cadre de réflexion mon sujet de recherche, mon terrain de thèse et la présentation de la méthodologie mise en place. Il s'agit d'un article publié en 2020 mais dont la soumission remonte à 2018, ainsi la rédaction de cette partie est légèrement antérieure aux parties suivantes et peut présenter quelques répétitions et autres variations avec le reste du manuscrit, notamment en termes de titres de parties et de contenu, l'ensemble des analyses n'ayant pas encore été réalisées lors de la rédaction de cet article. Toutefois, il était essentiel d'inclure cette publication telle quelle dans ce manuscrit afin d'apporter des précisions supplémentaires à l'introduction générale et de définir les différents concepts mobilisés tout au long de ce manuscrit, mais également pour illustrer les évolutions entre la vision envisagée au départ de la rédaction et le rendu final. Par ailleurs, cette partie met notamment en avant l'importance de croiser différents concepts, méthodes et procédés d'analyses issus de la géographie, de l'anthropologie, de l'histoire et de l'écologie afin d'étudier les paysages dans toute leur complexité. En proposant une approche socio-écosystémique du paysage, sous la forme d'un système complexe avec des composantes sociales et écologiques en interactions, cette publication encourage vivement les approches transdisciplinaires des paysages afin de mettre en lumière les processus sociaux et environnementaux à l'œuvre à différentes échelles spatio-temporelles.

Cette partie est donc tirée de l'article : **Demichelis, C. (2020). Approche socio-écosystémique d'un paysage de mosaïque forêt/savane en Afrique équatoriale : une méthodologie inductive et transdisciplinaire pour étudier les interactions humains-milieux. *Encyclo, Revue de l'école doctorale Science des sociétés (ED 624), 11,* pp. 37-59.**

2. Introduction

Dans un contexte de changements globaux de plus en plus prégnants, la prise en compte des relations humains-milieux est au cœur des enjeux d'adaptation de nos sociétés. Dans le cadre de ma thèse en cours, je cherche à démontrer l'intérêt de développer des approches transdisciplinaires afin d'étudier le paysage, et ce d'autant plus dans un contexte rural africain où les populations sont extrêmement dépendantes des ressources naturelles, induisant des relations humains-milieux fortes. Il est vrai que le terme de paysage ne fait pas forcément sens dans le vocabulaire africain. Mais si appréhender comme « ce qui se voit » auprès des populations humaines sur le terrain, alors il permet de leur donner la parole quant au milieu écologique et les lieux abritant les ressources

naturelles dont elles dépendent, et ainsi accéder aux connaissances et savoirs liant les êtres humains à leur milieu (Blanc-Pamard, 1990).

Notons par ailleurs que le terme *transdisciplinaire* a été préféré à ceux de *pluri-* et *interdisciplinaire* dans le cadre de cette étude. La pluridisciplinarité s'intéresse, à partir de plusieurs disciplines, à un objet de recherche purement disciplinaire, alors que l'interdisciplinarité concerne le transfert de méthodes d'une discipline à l'autre tout en gardant l'ambition de rester ancré dans la discipline (Nicolescu, 1996). En revanche, la transdisciplinarité, dans le sens défini par Basarab Nicolescu, apparaît comme la manière d'aborder un objet de recherche « à travers les différentes disciplines, et au-delà de toute discipline », notamment dans un contexte de « croissance sans précédent des savoirs à notre époque rendant légitime la question de l'adaptation des mentalités à ces savoirs » (Nicolescu, 1990, p. 26 et 27). Ainsi, la transdisciplinarité apparaît comme un moyen pour le chercheur de s'adapter face à un impératif d'unité des savoirs et des connaissances. Une approche transdisciplinaire permet donc de rendre fongible les frontières entre disciplines, et ce au profit de l'objet étudié afin d'en dégager toute la complexité, quitte à le rendre *adisciplinaire*.

En ce sens, l'approche méthodologique présentée ici puise allégrement dans les outils et les méthodes de disciplines connexes pour appréhender la nature hybride du paysage, dépassant ainsi des barrières épistémologiques qui me cantonneraient à suivre les approches privilégiées par telle ou telle discipline. Le concept même de paysage se veut transdisciplinaire, car à l'interface entre la nature et les sociétés (Bertrand & Dolfus, 1973 ; Bertrand, 1978), rendant son étude complexe à appréhender. En 2000, la Convention européenne de Florence a permis d'aboutir à l'élaboration d'une définition juridique du paysage, lequel « désigne une partie de territoire telle que perçue par les populations, dont le caractère résulte de l'action de facteurs naturels et/ou humains et de leurs interrelations » (Conseil de l'Europe, 2000). Ainsi le paysage, tantôt social, tantôt écologique, tantôt observé, tantôt vécu et ressenti, mais indiscutablement tout cela à la fois, est une notion polysémique possédant des acceptations et des approches variées selon le champ disciplinaire qui l'étudie, avec parfois même des divergences au sein d'une même discipline (Rougerie, 1985 ; Rougerie, 1987 ; Donadieu, 2007). Cette hybridité rend légitime l'approche transdisciplinaire de ce dernier. En effet, comme parfaitement synthétisé par Yves Lugingühl dans ses travaux et explicité lors de la Convention de Florence, l'ensemble des paysages terrestres, dynamiques dans le temps et l'espace, sont la résultante tout autant vécue et ressentie (immatérielle) que palpable, physique et observable (matérielle) de l'action humaine sur son milieu, c'est pourquoi leur étude nécessite de faire appel à des domaines d'application et d'intérêt particulièrement variés, incluant des approches géographique, sociale, historique et écologique.

3. Contexte scientifique et terrain d'étude

Cette recherche doctorale s'insère dans le cadre du projet SHAPES financé par l'Agence nationale de la recherche et s'intéresse aux interactions humains-milieux et à leurs conséquences sur l'évolution du paysage de la chefferie des Batéké Nord, sur le territoire de Bolobo, au sein de la province Maï-Ndombe en RDC (Figure 2.1).

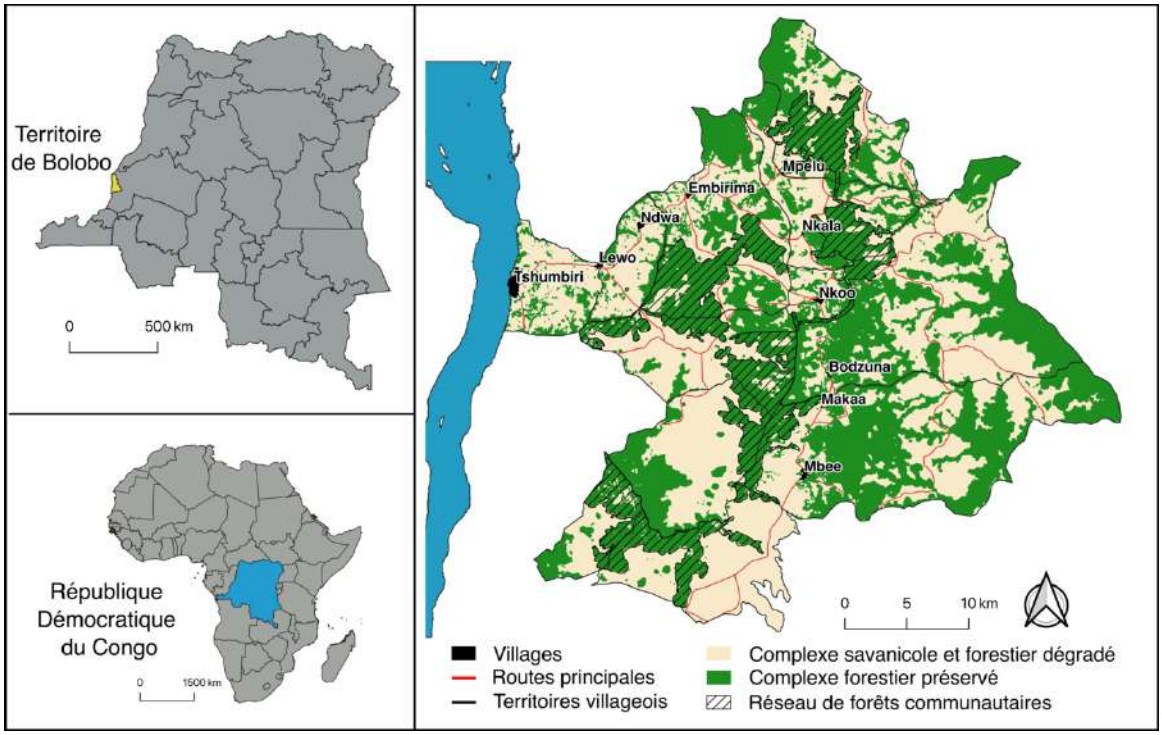


Figure 2.1 : Zone d'étude, délimitée par les territoires villageois impliqués dans les actions de l'ONG MMT, chefferie des Batéké Nord, Territoire de Bolobo, République Démocratique du Congo.

Cette région se situe à la périphérie du bassin du Congo (Pennec *et al.*, 2016). Cette zone tropicale humide connaît quatre saisons : une grande saison sèche de mi-mai à mi-septembre ; une grande saison des pluies de septembre à janvier ; une petite saison sèche de janvier à mars, suivie d'une petite saison des pluies de mars à mai. Entre mai 2012 et mai 2013, les précipitations annuelles ont été de 2387 mm (Narat *et al.*, 2015a). Entre mai 2012 et avril 2014 la température moyenne à 7h00 le matin a été de 22,6°C (Pennec *et al.*, 2016). Située à moins de 300 kilomètres des capitales Kinshasa et Brazzaville, avec un accès direct par le fleuve Congo, la région est un fournisseur principal de produits agricoles alimentaires, en particulier de maïs et de manioc, mais aussi de produits forestiers comme les feuilles de *Gnetum africanum*, la viande de brousse et le charbon.

La région est principalement peuplée par les Batio (appelés Batéké en lingala). Cette population vit essentiellement de l'agriculture et de la chasse, mais aussi de la pêche, de

la cueillette et de l'élevage, induisant une dépendance forte aux ressources naturelles. La densité humaine moyenne dans la chefferie est d'environ 15 habitants/km^2, mais peut être beaucoup plus faible (<5) dans certaines parties du territoire. Le site d'étude, d'une superficie d'environ 1200 km^2 (2°4' S 6°28' E), a été défini par les limites des territoires villageois impliqués dans les actions de l'ONG locale Mbou-Mon-Tour (MMT ; Figure 2.1), principal partenaire local de cette étude. Depuis le début des années 2000, MMT, dans une approche dite en *bottom-up*, coordonne un réseau de forêts communautaires pour promouvoir la conservation du bonobo (*Pan paniscus*) et le développement économique durable des habitants (Narat *et al.*, 2015b). Au milieu des années 2000, le Fond mondial pour la nature (WWF) a rejoint la zone et participe entre autres au projet de conservation des bonobos. Localement, deux épisodes épidémiques à virus respiratoire humain ont touché deux communautés de bonobos en 2014 et 2015 (Grützmacher *et al.*, 2018). Ceci a mis en évidence le franchissement par un pathogène de la barrière d'espèce entre populations humaines et bonobos, et ce alors que cette espèce de grand singe jouit d'un interdit alimentaire et d'une tendance de la part de la population à les éviter en forêt (Narat *et al.*, 2015c).

Ainsi une meilleure compréhension des dynamiques à l'œuvre dans l'évolution locale du paysage, et donc des relations humains-milieux, apparaît comme un enjeu majeur, tant en termes de conservation que de développement. Cette recherche doctorale vise à développer des outils et des connaissances utiles aux ONGs locales afin d'augmenter l'efficience de leurs actions, tout en participant au respect du bien-être des populations locales et de leurs pratiques.

4. Le paysage, un système complexe : approche socio-écosystémique

Sans être exhaustif à ce sujet, car ce n'est pas le propos de cet article de réaliser un historique du concept de paysage ou encore une revue de la littérature existante, une similitude ressort indéniablement dans chacune des approches et définitions du paysage ; c'est l'hybridité de ce concept, résultat visible et/ou ressenti de composantes sociales et écologiques en interaction. Pour exemples, (i) le géosystème proposé par Georges Bertrand place le paysage à l'interface de la nature et des sociétés (Bertrand, 1978) ; (ii) le système paysage visible de Thierry Brossard et Jean-Claude Wieber se situe à l'interface entre un système producteur et un système utilisateur ; (iii) les paysages sensibles de Jean-Marc Besse sont le fruit de la relation entre un observateur et un espace. En ce sens, l'étude d'un paysage nécessite de faire appel à la fois aux sciences sociales et aux sciences naturelles. Or, dans les années 2000, les écologues ont exprimé cette volonté de réintroduire les sciences sociales dans les recherches à long terme en écologie, ce qui a abouti au concept de socio-écosystème (SES), ou *socio-ecological system* (Redman *et al.*,

2004 ; Liu *et al.*, 2007 ; Ostrom, 2009). Ce concept vise à mettre l'accent sur la délimitation artificielle et arbitraire entre les systèmes sociaux et écologiques. Les SES se basent sur un modèle systémique complexe couplant les sociétés et la nature au sein d'un environnement composé de caractéristiques écologiques et sociales organisées au sein de sous-systèmes, grâce à une approche interdisciplinaire.

Selon Redman et son équipe (2004), un SES se définit par :

- un système cohérent composé de facteurs sociaux et biophysiques interagissant de manière résiliente ;
- un système défini à différentes échelles spatiales et temporelles pouvant être liées entre elles ;
- un ensemble de sous-systèmes écologiques et sociaux réglementant les flux de ressources naturelles, socio-économiques et culturelles ;
- un système complexe en perpétuelle évolution, dynamique et en adaptation continue.

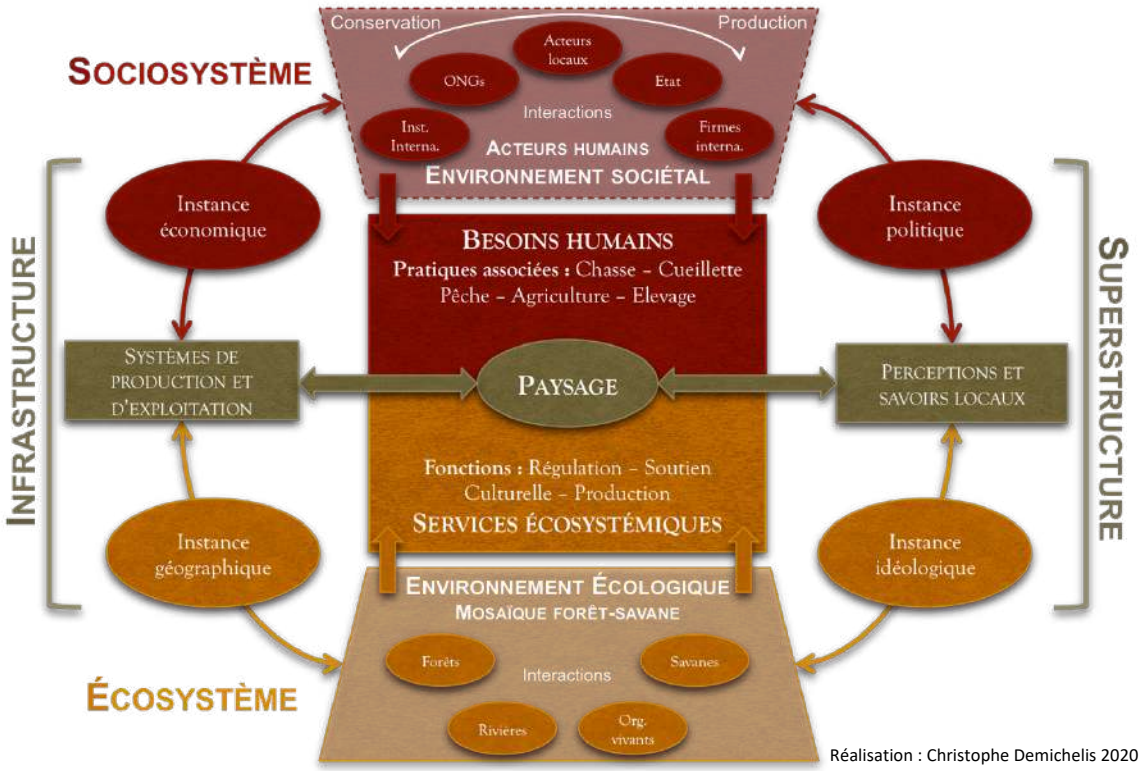


Figure 2.2 : Système complexe développé à partir des concepts de socio-écosystème et de formation socio-spatiale, lesquels une fois appliqués à la zone d'étude placent le paysage au centre des interactions humains-milieux.

À noter que le SES, au même titre que le paysage, est un concept hybride dépendant de facteurs endogènes et de facteurs exogènes, lesquels sont tous dépendants de la zone étudiée. Pour cette raison, ce concept a été déconstruit afin de créer un nouveau modèle théorique permettant d'aborder toute la complexité de la zone d'étude. Une fois adapté au terrain, le paysage, à l'interface de la nature et de la société, a été placé au centre des interactions entre le sociosystème et l'écosystème. Ainsi, le paysage apparaît comme un système complexe dont les composantes sociales et écologiques peuvent être mises en exergue par le concept de SES (Figure 2.2).

Comme le montre cette figure, l'élaboration de ce modèle est notamment passée par l'incorporation du concept de formation socio-spatiale (Di Méo & Buléon, 2005 ; Di Méo, 2016) afin de développer des liens plus étroits entre le sociosystème et l'écosystème, permettant de mieux appréhender la complexité du paysage. Le concept de formation socio-spatiale s'intéresse à l'étude d'un territoire, ici ordonné autour du paysage, à partir de quatre entrées, définies comme des instances par Guy Di Méo, lesquelles sont regroupées en deux structures, l'infrastructure et la superstructure. Dans ce modèle, l'instance géographique se penche sur l'étude physique du milieu, soit la mosaïque forêt/savane, décrivant la structure du paysage. L'instance économique quant à elle se focalise sur les activités humaines (agriculture, élevage, pêche, etc.) responsables de la dynamique du paysage. Ces deux instances une fois confrontées expliquent l'infrastructure du système, à savoir ici la matérialité du paysage et les raisons de son organisation spatiale, lesquelles peuvent être appréhendées par les modes de production et d'exploitation du milieu. D'un autre côté, l'instance idéologique s'intéresse aux conceptions individuelles et/ou collectives du paysage et de ce qui le compose (toponymie et espèces particulières), mais aussi aux normes sociales d'accès à l'espace (possessions et lieux sacrés). L'instance politique, quant à elle, détermine les conventions locales de gestion du milieu (balance entre conservatisme et productivisme). Ces deux instances réunies permettent de comprendre la superstructure du système, soit la manière dont les pratiques humaines et leurs réglementations s'articulent entre elles, lesquelles sont étudiées grâce aux perceptions que se font les populations humaines du paysage et aux savoirs locaux. Il est toutefois important de noter que l'infrastructure et la superstructure ne sont pas indépendantes et s'influencent l'une et l'autre. Cette influence réciproque se manifeste au niveau du paysage, placé au centre du système complexe.

Par ailleurs, ce cadre conceptuel mobilise également d'autres notions indissociables du concept même de SES, lesquelles caractérisent les interactions entre les différentes composantes du système, à savoir (i) les services écosystémiques, (ii) la résilience et (iii) la gouvernance. Ces notions sont interdépendantes, elles mettent en scène un processus

en cascade influençant la dynamique du paysage, et donc la dynamique évolutive des interactions entre les populations humaines et leur milieu.

De manière générale, la Plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES) définit les services écosystémiques comme « les avantages que les populations humaines tirent des écosystèmes » ou encore plus simplement comme « les contributions de la nature aux populations » (Díaz *et al.*, 2018 ; Pascual *et al.*, 2017). Les services écosystémiques, aussi bien dans leur nature que dans leur intensité, représentent le premier facteur influençant la dynamique du socio-écosystème. Ils mettent en scène des processus biophysiques entre les ressources naturelles et les sociétés humaines. Dans l'ouvrage de synthèse de l'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire (MEA), les services écosystémiques sont divisés en quatre classes (Millennium Ecosystem Assessment, 2005) : (i) les services d'approvisionnement ou de production (le gibier, les produits agricoles, les ressources ligneuses, etc.), (ii) les services culturels (les lieux sacrés et les pratiques leur étant associées), (iii) les services de soutien, ou de support (les savanes herbacées pour l'élevage), et (iv) les services de régulation (le stockage du carbone – projet REDD+ – et le maintien de la biodiversité remarquable). A noter que l'IPBES vient préciser cette catégorisation, sans la remettre en cause, en insistant sur le fait qu'un service écosystémique peut appartenir à plusieurs catégories, prenant pour exemple la nourriture. En effet, dans certaines cultures elle peut appartenir à la fois aux services d'approvisionnement et aux services culturels.

La résilience quant à elle, correspond à « la capacité d'un système d'absorber des perturbations et de se réorganiser pour maintenir l'essentiel de ses fonctions, de sa structure et de son identité » (Walker *et al.*, 2004). Sa prise en compte nécessite d'étudier l'histoire du SES, et ce afin de mettre en exergue les différents mécanismes en œuvre face à des perturbations exogènes ou endogènes ayant impacté le système au fil du temps. En soit, une approche historique permet d'étudier les différents processus de résilience à l'œuvre au sein du SES, en partie responsables de la dynamique passée et de la structuration actuelle du paysage.

Enfin, le concept de gouvernance caractérise le réseau institutionnel en charge de la gestion des territoires. Au départ exclusivement sous l'autorité des institutions gouvernementales, via l'élaboration de logiques productivistes (Durand, 1998), ce réseau intègre aujourd'hui une multitude d'acteurs, tels que des experts scientifiques, des organisations non-gouvernementales et des sociétés du secteur privé, permettant ainsi d'alimenter un débat autour des questions du développement durable et de la gestion des ressources naturelles (Nasi & Guéneau, 2007 ; Armitage *et al.*, 2012). La prise en compte de la gouvernance au sein du système nécessite d'analyser et de comprendre la

manière dont ce débat prend place, entre productivisme et conservatisme, lequel influe directement sur les modes d'exploitation du milieu, et donc sur le paysage.

5. De la théorie au terrain : approche inductive et méthodologies de collecte des données

En se basant sur ce cadre conceptuel, deux portes d'entrée ont été utilisées pour analyser le paysage : (i) les systèmes de production et d'exploitation des ressources naturelles, et (ii) les perceptions, les connaissances, et les savoirs locaux. S'agissant de mettre en relation l'évolution de la dynamique et de la structure du paysage avec les pratiques humaines, le terrain et la collecte de données ont été abordés de manière inductive afin d'élaborer un corpus de données traitant l'objet de recherche le plus largement possible (Blais & Martineau, 2006). Une approche inductive vise à collecter des données empiriques toutes liées à l'objet de recherche, et ce sans contrainte disciplinaire. Ainsi, des méthodes qualitatives et quantitatives, couplées à des approches sociales et écologiques, ont été mises en place afin de récolter le maximum de données sur le paysage local, son histoire et l'implication des populations dans sa dynamique. Toutefois, ceci nécessite *a posteriori* un processus de réduction et d'organisation des données visant à « donner un sens » au corpus de données brutes, mais complexes, lequel découle directement des méthodologies inductives (Blais & Martineau, 2006). Les données ont été collectées au cours de deux missions en immersion : une de trois mois entre juillet et septembre 2016, et une autre de six mois entre mai et octobre 2017. Les sections à suivre présentent l'ensemble des méthodes déployées sur le terrain, à la manière d'une méthodologie en tiroirs, sans véritables liens entre elles ; ce lien ne prenant sens qu'une fois les données traitées et réorganisées à l'issue de la phase de terrain.

5.1. Données qualitatives issues d'enquêtes sociales

Plusieurs méthodologies qualitatives issues des sciences sociales ont été utilisées, notamment (i) les entretiens semi-directifs individuels, (ii) les entretiens et ateliers de groupe (*focus group* / *workshop*) et (iii) les observations participantes. Pour chacune de ces méthodes, l'approche utilisée a été le « lieu », afin de comprendre les différents contextes sociaux et écologiques au sein desquels les populations évoluent. L'objectif de cette approche est d'éclairer la manière dont les êtres humains influencent et façonnent ces « lieux » (Adams, 2017 ; Fleuret *et al.*, 2019), lesquels composent le paysage.

Au total, dix-huit entretiens et ateliers de groupe ont été menés dans neuf villages de la zone d'étude. Cette méthode d'enquête n'a pas été mise en place à Makaa en raison d'une trop faible population ne permettant pas de réunir suffisamment de personnes au même moment : ces entretiens et ateliers monogenrés rassemblaient huit à dix hommes ou

femmes âgés de 18 à 90 ans. Les discussions ont été menées en Etio, la langue locale, avec l'aide d'un traducteur qualifié. Les ateliers de groupe avaient notamment pour objectif l'élaboration d'une catégorisation locale de la structure et de l'exploitation du paysage, basée sur les conceptions et perceptions des participants. Des notes détaillées ont été prises au cours des ateliers, et l'utilisation de dessins et de graines de maïs a permis aux participants de déterminer l'intérêt et l'importance de la diversité paysagère dans leurs activités. La Photo 2.1 illustre l'un de ces ateliers.

Copyright : Christophe Demichelis 2020

Photo 2.1 : Entretien et atelier de groupe réalisés à Nkoo avec un groupe de femmes**.** Chaque dessin posé sur la table représente un type de paysage et les graines de maïs déposées par les participantes sur chacun d'entre eux permettent d'évaluer l'importance de ces paysages pour les activités menées ici par les femmes.

Quarante entretiens individuels ont été réalisés avec des personnes, principalement âgées, largement reconnues comme détentrices de connaissances et de savoirs ancestraux. Ces dernières représentent localement la mémoire collective de la population. Ces entrevues ont souvent porté sur l'évolution du paysage (Citation 1) et les modes d'utilisation des terres et des ressources naturelles (Citation 2), en se basant principalement sur les pratiques humaines, mais également sur les perceptions et les conceptions collectives. Toutefois, aucune limite aux périodes historiques couvertes et aux sujets abordés n'a été imposée aux participants, permettant d'appréhender l'histoire de la zone d'étude dans sa globalité. Tous ces entretiens ont été réalisés en Etio, avec

l'aide d'un traducteur, et ont été enregistrés afin d'être retranscrits à l'issue de la période de terrain. Au total, ces entretiens représentent un peu plus de 47 heures d'enregistrement.

> **Citation 1 :** « C'est la forêt qui attaque maintenant la savane. Par exemple, il y avait la savane tout autour de la parcelle du directeur. À présent, il n'y en a plus, ce n'est que de la forêt […] Bodzuna aujourd'hui c'est un ebali (petite savane fermée encerclée par la forêt). Tous les arbres que vous voyez ici ont poussé après ma naissance, au départ la ferme du directeur était dans la même savane qu'ici » (Homme, environ 60 ans, pisteur MMT, agriculteur, chasseur, pêcheur)

> **Citation 2 :** « Les femmes ont cessé de faire de l'agriculture dans les savanes lorsque les hommes les ont utilisées pour élever du bétail. Ici, il n'y a plus de savane libre à cultiver. Toutes les savanes sont occupées par les éleveurs » (Homme, environ 80 ans, agriculteur et pisciculteur)

Durant les neuf mois d'immersion sur le terrain, des observations participantes quotidiennes ont également été effectuées et des notes de synthèse ont régulièrement été rédigées dans un journal de bord. Ces observations ont principalement été menées au cours des différentes activités menées par la population, permettant d'appuyer les informations recueillies pendant les entretiens de groupe, les ateliers et les entretiens individuels. Ainsi les activités humaines en forêt, en savane, ou encore au village, ont été observées et décrites. Durant ces observations, il a également été demandé aux volontaires accompagnés de décrire et de nommer les types de forêts et de savanes où ils menaient leurs activités. Par ailleurs, ces observations ne se sont pas cantonnées aux phases d'activités et tout au long du terrain des notes ont été prises quant aux règles et mœurs régissant la société locale. Dans ce sens, des observations ont régulièrement été réalisées pendant des échanges formels et informels entre les populations et les acteurs de la gouvernance locale (chefs de villages, représentants d'ONGs, membres des Comités locaux de développement).

5.2. Données socio-économiques quantitatives issues de questionnaires

Un questionnaire principalement quantitatif a été élaboré puis mis en place dans chacun des villages afin d'étudier les activités humaines menées dans chacun d'entre eux (chasse, pêche, agriculture, élevage, cueillette), tant dans leur diversité que dans leur intensité. La première partie du questionnaire vise principalement à la collecte de données économiques et de subsistance, présentes et passées (évolution des productions et des modes d'exploitation des ressources), en lien avec les différentes activités humaines. La

deuxième partie s'intéresse aux rapports qu'entretiennent les populations avec les programmes de développement et de conservation menés par les ONGs localement, en termes de connaissances, mais également d'implication. La réalisation de ces enquêtes s'est faite en deux temps : (i) recensement des foyers pour chaque village, et (ii) réalisation des questionnaires selon un échantillonnage stratifié. Le foyer a été défini comme une cellule familiale composée d'un homme ayant quitté le domicile parental, célibataire ou vivant en couple avec une ou plusieurs femmes, avec ou sans enfant. Les femmes célibataires, jeunes ou âgées, étant intégrées dans une cellule familiale proche au sein de laquelle un homme est présent (père, fils, frère, oncle), ces dernières n'ont pas été considérées comme formant un foyer à part entière. Le recensement des foyers a été réalisé avec un habitant de chacun des villages connaissant les différentes parcelles structurant le village ainsi que leurs occupants. Une fois le recensement réalisé, les villages ont été répartis en classes permettant de déterminer la proportion de questionnaires à réaliser dans chacun d'entre eux. Le Tableau 1 synthétise la méthode d'échantillonnage réalisée en fonction du recensement des foyers dans chaque village, avec le nombre de questionnaires mis en place. Au total, ce sont 800 questionnaires qui ont été réalisés et 36,5% des foyers recensés au sein de la zone d'étude qui ont été enquêtés. Le questionnaire utilisé est disponible en Annexe 1.

Tableau 2.1 : Catégorisation des villages en classes selon le nombre de foyers par village, proportion théorique de questionnaires à réaliser pour chacune des classes et questionnaires effectifs mis en place dans chaque village selon une méthodologie stratifiée.

Classe d'échantilonage	Nombre de foyers par classe	Proportion de questionnaires visés par classe (%)	Villages	Foyers recensés par village	Questionnaires réalisés par village	Proportion de foyers enquêtés par village (%)
1	moins de 25	80	Makaa	13	11	84,6
2	de 26 à 50	70	Nkala	46	33	71,7
3	de 51 à 100	60	Bodzuna	76	47	61,8
			Mpelu	88	56	63,6
4	de 101 à 200	50	Embirima	119	63	52,9
			Lewo	151	77	51,0
5	de 201 à 400	40	Ndwa	204	85	41,7
			Nkoo	253	102	40,3
			Mbee	329	132	40,1
6	de 401 à 800	30	/	/	/	/
7	plus de 800	20	Tshumbiri	913	194	21,2

5.3. Données géographiques

Trois types de données géographiques ont été recueillis sur le terrain : (i) des points GPS localisant et catégorisant le paysage en classes paysagères, (ii) des points GPS localisant des anciens villages aujourd'hui abandonnés, et (iii) des points et tracés GPS localisant les activités humaines au sein du terroir de Bodzuna, principal village d'immersion.

Deux méthodes de collecte des points GPS relatifs aux classes paysagères ont été utilisées. Tout d'abord, des relevés ont été menés dans des sites d'intérêt, définis par leur hétérogénéité en termes de structure paysagère. Cette hétérogénéité a été mise en évidence en amont de la phase de terrain grâce à une classification orientée pixel d'une image satellite Sentinel-2 de 2017, avec une précision de 10 mètres. Chaque relevé GPS correspond à un espace homogène dans un rayon de 30 mètres autour du point GPS, afin de pouvoir être utilisé sur l'image satellite Sentinel-2 et d'assurer une marge d'erreur. Pour chaque relevé, plusieurs critères ont été pris en compte afin de décrire l'élément paysager : (i) le type de sol (terre ferme ou humide), (ii) la hauteur de la canopée, (iii) l'ouverture de la canopée, (iv) les espèces végétales caractéristiques, et (v) les utilisations possibles par la population. Les fiches utilisées pour la réalisation de ces relevées est disponible en Annexe 2. Cela a permis de déterminer une classification du paysage basée sur des caractéristiques écologiques, agronomiques et structurelles pouvant être exploitées par télédétection. À des fins de contrôle, pour chaque relevé, plusieurs photographies dans la direction des quatre points cardinaux ont été prises. Pour la deuxième méthode, le même type de relevé a été effectué, mais cette fois-ci lors des observations participantes : à chaque fois qu'un informateur renseignait le nom et la description d'un élément paysager, un point GPS était pris avant de le reclasser dans la classification générale du paysage élaborer grâce à la première méthode. Au total ce sont 351 points GPS caractérisant et catégorisant le paysage en classes paysagères qui ont été collectés. La Photo 2.2 illustre succinctement la diversité du paysage local.

Photo 2.2 : Exemples de paysages retrouvés sur le terrain ; de gauche à droite et de haut en bas : savane herbacée, savane arbustive, champ de maïs sur brûlis, forêt humide, forêt de terre ferme**.**

Par ailleurs, plusieurs anciens villages connus de la population actuelle ont pu être identifiés lors des entretiens de groupe et individuels. Après avoir recueilli les histoires et les contextes d'abandon de ces villages lors des entretiens, chacun d'entre eux a été visité avec un volontaire connaissant son emplacement. Au cours de la visite, le centre de ces anciens villages a été localisé grâce à un point GPS. De la même manière que pour les classes paysagères, chacun de ces points a été caractérisé avec les mêmes critères écologiques, agronomiques et structurels. D'autres villages plus anciens et non mentionnés lors des entretiens ont également pu être localisés lors des observations participantes autour de Bodzuna. Bien que la population ne connaisse pas précisément les dates ni l'histoire de ces villages, les habitants sont facilement capables de les reconnaître au sein du paysage en raison de la structure et de la composition végétale (forte abondance de palmiers à huile et d'autres arbres fruitiers plantés par les anciens habitants). Ainsi, ce sont 44 emplacements d'anciens villages aujourd'hui abandonnés qui ont été géolocalisés au sein de la zone d'étude. La Photo 2.3 illustre un village actuel ainsi qu'une zone anciennement habitée aujourd'hui abandonnée, mais reconnaissable de par l'abondance de palmiers à huile et d'autres essences caractéristiques.

Copyright : Christophe Demichelis 2020

Photo 2.3 : Village actuel de Bodzuna (haut) avec ses maisons en terre et toits de taule ou de paille et ancien village de Nkoo (bas) caractérisé par la présence de palmiers à huile en abondance.

Enfin, au cours des observations participantes avec les habitants de Bodzuna, les activités menées par la population ont été géolocalisées soit via des points GPS (pêche, élevage, cueillette, agriculture, chasse aux pièges et au filet), soit via des tracés GPS (chasse au fusil). Le Tableau 2 synthétise l'ensemble des données de géolocalisation collectées concernant ces activités. Ces données géographiques comptent au total 367 points GSP et 7 tracés représentatifs des sentiers pratiqués par les chasseurs au fusil du village.

Tableau 2.2 : Répartition des points et tracés GPS collectés autour de Bodzuna concernant les activités villageoises menées durant les phases d'observation participante.

Activité		Points GPS	Tracés GPS
Chasse	Fusil		7
	Piège	225	
	Filet	25	
Pêche	Nasse	27	
	Écopage	6	
	Pisciculture	7	
Agriculture (champs)		45	
Élevage bovin (kraal)		8	
Cueillette		24	

5.4. Données botaniques

Le recueil des données botaniques concernant les espèces végétales caractéristiques des classes paysagères identifiées et des anciens villages a été réalisé en Etio et les noms ont été écrits en utilisant la prononciation du lingala, l'une des langues nationales de la RDC employée dans cette région du pays. Ces relevés botaniques se sont basés sur les connaissances et les savoirs des accompagnants lors des observations participantes, des relevés GPS et des visites des anciens villages. L'identification des espèces a été effectuée à plusieurs reprises avec des informateurs différents afin de s'assurer de la véracité des identifications et des noms. Ainsi, grâce aux savoirs locaux, les espèces herbacées et arboricoles les plus abondantes lors de chaque relevé GPS, ainsi que celles dominant la canopée, ou encore jouant un rôle essentiel dans la dynamique du milieu avec notamment les espèces pionnières, ont pu être identifiées. Des agents du WWF et de MMT expérimentés dans la réalisation d'inventaires botaniques ont aidé par la suite à l'identification afin de faire le lien entre le nom vernaculaire en Etio et le nom scientifique. Je me suis également appuyé sur un catalogue d'espèces développé par Flora Pennec dans une étude antérieure (Pennec *et al.*, 2016) afin de réaliser une double vérification.

5.5. Archives africaines

Du 21 au 25 novembre 2016, une consultation des archives africaines du Ministère des affaires étrangères de Belgique basé à Bruxelles a pu être organisée. Cette consultation a

notamment permis d'examiner différents types de rapports datant de l'époque coloniale et faisant état de la situation humaine au sein de la zone d'étude, notamment d'un point de vue sanitaire et économique. Ont été consultés pour les années disponibles (i) les rapports médicaux annuels, (ii) les rapports annuels des affaires indigènes et de la main-d'œuvre, et (iii) les rapports agricoles annuels. Certaines des informations recueillies ont permis d'affirmer des données historiques collectées sur le terrain de manière orale, notamment concernant les mobilités villageoises, aussi bien concernant les causes que les dates d'occurrence.

5.6. Imagerie satellitaire

Afin de produire des analyses en géomatique, différentes images satellites de la zone d'étude ont été récupérées. Ainsi des images Landsat à quatre dates différentes ont été utilisées : 1973, 1984, 2000, 2016. À l'exception de l'image de 1973, plus ancienne image satellite disponible pour la zone d'étude, présentant des bandes spectrales d'une résolution de 68x83m, les trois autres images possèdent une résolution de 30x30m. Même si des images récentes accessibles gratuitement proposent une meilleure résolution pour l'année 2016, le choix d'utiliser uniquement des images Landsat a été fait afin de réduire au maximum les biais possibles avec l'utilisation d'images ayant des résolutions différentes lors d'une analyse multi-temporelle. Toutefois, afin de produire une analyse du paysage actuelle plus fine, une image satellite Sentinel-2 de 2017 a été utilisée, présentant une résolution de 10x10m dans le visible et le proche infrarouge et de 20x20m dans le proche et le moyen infrarouge, particulièrement utiles dans l'analyse de la végétation.

6. Du terrain à l'analyse des données : approche spatio-temporelle du paysage

La diversité des méthodes utilisées et donc des données collectées a nécessité à l'issue de la phase de terrain une relecture et une réduction du corpus afin de les réorganiser autour de l'objet d'étude de manière la plus efficiente possible. Comme évoqué précédemment, ce processus est indissociable des approches inductives (Blais & Martineau, 2006). Ainsi, à l'issue de cette étape, les données ont été structurées autour d'une analyse spatio-temporelle du paysage, illustrant à différentes échelles de temps et d'espace les relations humains-milieux existantes et influençant la dynamique et la structure du paysage. Pour des raisons éthiques, et comme ce n'est pas l'objet de cet article, les résultats ne seront pas présentés en détail, seule la manière dont les données ont été organisées et croisées entre elles sera abordée.

Analyse multidimensionnelle de la structure et de la dynamique du paysage actuel

En se basant sur l'image satellite Sentinel-2 de 2017 et la série de points GPS catégorisant le paysage en différentes classes d'occupation des sols, une cartographie (*land cover*) a été produite. Cette cartographie, obtenue à l'aide d'une première série de 187 points GPS structurant le paysage en onze classes paysagères, a été réalisée par télédétection grâce à une série de classifications orientées pixel. Une phase de vérification a été réalisée, confrontant la carte produite avec les 164 points GPS restant issus du terrain. Toutefois, grâce aux entretiens et aux ateliers de groupes, une classification plus fine du paysage que celle proposée par cette carte a été proposée. Celle-ci se compose de dix-neuf unités paysagères (*land units*) correspondant aux perceptions et conceptions locales du paysage, lesquels permettent une lecture plus fine de la carte. Les observations participantes et les entretiens de groupe ont permis de déterminer les activités humaines menées dans chacune de ces unités paysagères, soit les modes d'utilisation des terres (*land use*). Au final, en couplant ces informations avec des processus agronomiques et écologiques généraux, une approche systémique de la dynamique paysagère actuelle a pu être mise en avant. Ainsi, en couplant une analyse par télédétection avec des données de terrain et des enquêtes sociales tenant compte des savoirs locaux, cette première partie propose une analyse multidimensionnelle (*land cover – land units – land use*) du paysage actuel, tant dans sa structure que sa dynamique.

Relations entre mobilités villageoises passées, changements de mode de vie et dynamique du paysage sur le temps long

En se fondant sur les histoires orales des mobilités villageoises, les archives africaines et la géolocalisation au sein de la mosaïque forêt/savane des anciens villages aujourd'hui abandonnés, cette deuxième partie s'intéresse à l'implication du mode de vie et de son évolution dans la structure et la dynamique du paysage d'un point de vue historique. Grâce aux entretiens individuels et collectifs traitant des mobilités villageoises passées et aux repères GPS des anciens villages, une série de cartographies a été produite afin d'illustrer l'histoire locale des mobilités villageoises, de leurs périodes d'occurrence et de leurs causes. Ces cartes ont mis en avant une colonisation par la forêt des anciens villages abandonnés, initialement installés en savane, mettant en évidence un phénomène d'eutrophisation du milieu favorable à l'expansion forestière. Ce phénomène a notamment été vérifié grâce à une analyse en composante principale mettant en avant un lien fort entre l'ancienneté du village et le degré de colonisation par la forêt. Ainsi, le semi-sédentarisme pratiqué par la population durant la période précoloniale est apparu comme en partie responsable de l'expansion, voire de la création, du réseau forestier à l'échelle de la zone étudiée. En revanche, la sédentarisation totale, provoquée par la

colonisation avec le regroupement des populations en larges villages le long d'axes routiers nouvellement créés, est venue bouleverser cette dynamique. Sont apparus des fronts de déforestation aux alentours des villages et des axes de communication, là où dans le passé les villages étaient abandonnés pour laisser l'écosystème se reconstruire une fois les ressources environnantes devenues insuffisantes.

Modélisation théorique de l'organisation spatiale des activités humaines définissant le « terroir villageois »

En localisant, grâce à un système d'information géographique, les activités humaines collectées autour de Bodzuna durant les phases d'observations participantes sur la carte d'occupation des sols précédemment produite, cette deuxième partie propose une modélisation de l'organisation spatiale d'un terroir villageois au sein du paysage. Dans cette approche, le terroir villageois est défini comme « la portion du territoire appropriée, aménagée et utilisée par le groupe qui y réside et en tire ses moyens d'existence » (Sautter & Pélissier, 1964). Une fois cette modélisation réalisée pour le village de Bodzuna, les résultats ont pu être extrapolés à l'ensemble des villages grâce aux informations recueillies lors des entretiens de groupe concernant la spatialisation des pratiques humaines. Ainsi, un modèle théorique de l'organisation spatiale des activités humaines autour des villages a été produit, permettant une meilleure compréhension des modes d'exploitation du milieu et donc de la manière dont les populations humaines structurent le paysage directement à la périphérie des villages. Cela permet en outre de localiser les portions de territoires subissant majoritairement l'influence des populations humaines, et donc les zones où la structure et la dynamique du paysage résultent majoritairement des activités anthropiques. Au final l'identification de ces zones permet de mettre en avant un forte variabilité locale inter-village en termes de déforestation et de structure paysagère périphérique, favorisant une spécialisation villageoise et des relations en réseau.

Implication des populations humaines dans l'évolution du couvert forestier entre 1973 et 2016

Une analyse de l'évolution du couvert forestier au cours des quarante dernières années a été réalisée par télédétection sur la base des quatre images satellites Landsat (1973 – 1984 – 2000 – 2016). Cette analyse a permis d'identifier les principales zones du paysage ayant subi des transformations (déforestation et/ou expansion forestière) au cours des différentes périodes considérées et de les quantifier. Pour cela, une classification binaire orientée objet du paysage (espace forestier / espace non-forestier) a été réalisée pour chacune des images satellites. Les données obtenues ont ensuite été regroupées sur un système d'information géographique afin d'être analysées. En parallèle, le traitement des

questionnaires a permis d'analyser la situation socio-économique de chacun des villages. Ces deux analyses ont été confrontées afin de comprendre l'implication des activités humaines et de l'économie locale sur l'évolution du paysage de la zone d'étude pour les différentes périodes considérées. La même analyse a également été conduite à l'échelle des territoires villageois. Ainsi, différents profils de territoires ont pu être mis en avant en fonction de la dynamique évolutive du paysage depuis 1973. Les principaux facteurs responsables des variations de dynamique entre les territoires sont la présence ou non de village, leur localisation par rapport aux principaux axes de communication, mais également le degré d'implication des programmes de conservation des ONGs (présence / absence de forêts communautaires, programme de développement).

7. La transdisciplinarité du paysage : un atout à valoriser

De par mon rattachement à un projet de recherche multidisciplinaire, de par mon parcours personnel, issu d'un cursus en écologie, mais défendant un doctorat en géographie, mais avant tout de par l'objet de cette recherche, le paysage, l'élaboration du cadre conceptuel de l'étude, ainsi que la méthodologie déployée, m'ont tout naturellement conduit vers la transdisciplinarité. En outre, les intérêts de la transdisciplinarité ne sont plus à prouver, et se positionner comme chercheur transdisciplinaire fait aujourd'hui l'objet d'un cheminement de plus en plus courant chez les jeunes chercheurs, et dans les programmes de recherche en général, avec un nombre d'études transdisciplinaires en perpétuelle augmentation depuis leur avènement dans les années 1970. La transdisciplinarité permet un dépassement des frontières disciplinaires, et ainsi le développement d'une réflexion beaucoup plus globale d'un objet en le déconstruisant, mettant en exergue toutes ses composantes. C'est ce que j'ai tenté de faire ici. En m'inspirant de différents concepts, j'ai élaboré un cadre théorique plaçant le paysage au centre d'un système complexe permettant l'étude des interactions humains-milieux.

Par ailleurs, les mouvements *OneHealth* et *EcoHealth* (Violle & Lesne, 2014) proposent de développer une approche globale de protection de la santé humaine, de la santé animale et des écosystèmes, basée sur la prise en considération d'un système complexe avec des composantes écologiques et des composantes sociales en interaction. De même, comme le stipule Marcel Jollivet tout au long de son ouvrage, des approches mêlant les disciplines et les méthodologies entre elles semblent plus qu'essentielles afin d'assurer une gestion durable des ressources naturelles, et ce face à un impératif de développement durable de nos sociétés. À travers cette étude, il apparaît clairement que le paysage est un concept permettant l'étude de ces interactions dans toute leur complexité. L'approche paysagère proposée ici, avec une analyse à la fois spatiale et temporelle, sociale et écologique,

pourrait être généralisée à différents terrains cherchant à développer une approche globale, tenant aussi bien compte des sociétés humaines que des milieux naturels, dans un objectif de développement durable.

Ceci fait également écho à l'approche paysagère proposée par Hervé Brunon et ses collègues afin de répondre à un impératif de protection et de transmission des paysages aux générations futures. À l'instar d'une métascience permettant une approche globale des paysages, Hervé Brunon propose la création d'une science du paysage afin d'unifier les savoirs et les approches liés à ce concept au sein d'une même discipline. Toutefois, tant que cette science du paysage n'a pas véritablement vu le jour, une telle approche n'est pas sans risque, et pourrait être vivement critiquée dans le cadre d'une thèse de doctorat dont l'exercice se veut très clairement disciplinaire. Mais le fait de soutenir en géographie, discipline hybride qui s'est toujours située à l'interface de différentes sciences (la paléogéographie, la géopolitique ou encore la biogéographie entre autres viennent illustrer ce propos), permet cette ouverture aux autres disciplines.

3

ANALYSE DU PAYSAGE DANS SES DIFFERENTES COMPOSANTES : *LAND COVER*, *LAND UNIT* ET *LAND USE*

Cette partie est dédiée à Miller qui n'a pas compté ses heures à arpenter la forêt, toujours de bonne humeur, pour m'accompagner relever les points GPS et participer aux différentes activités villageoises.

Copyright : Christophe Demichelis 2021

Canopée d'une forêt mature de terre ferme

1. Préambule

Cette troisième partie propose une analyse des différentes composantes du paysage actuel, à savoir le land *cover*, le *land use* et le *land unit*. L'originalité de cette partie réside dans l'utilisation à la fois de la télédétection et des savoirs locaux pour conduire les analyses. En ce sens, une analyse par télédétection de la structure paysagère a été réalisée grâce à une image satellite Sentinel-2 et 187 points GPS, permettant la production d'une carte d'occupation des sols (*land cover*) composée de 11 classes paysagères. La carte produite présente 81,65% de correspondance avec 164 points GPS supplémentaires, un score robuste pour une zone tropicale. Les analyses sur la base des connaissances et des savoirs locaux ont quant à elles permis d'identifier19 unités paysagères (*land units*) lesquelles ont été confrontées aux modes l'utilisation des terres (*land use*). En couplant ces résultats avec des processus agronomiques et écologiques généraux, et sur la base d'une approche systémique, un modèle théorique de la dynamique paysagère a été développé, révélant une colonisation progressive des savanes par la forêt, et ce même si une déforestation plus ou moins intense a tout de même été mise en évidence en périphérie des villages. Ainsi cette partie entend principalement appuyer les efforts de conservation locaux en prenant en compte les pratiques et les perceptions des populations locales dans la dynamique paysagère au-delà des seuls résultats issus de la télédétection.

Cette partie a fait l'objet d'un article rédigé et publié en anglais : **Demichelis, C., Oszwald, J., Gasquet-Blanchard, C., Narat, V., Bokika, J. C., Pennec, F., Giles-Vernick, T. (2020). Multidimensional analysis of landscape dynamics in a Central African forest-savannah mosaic. *African Journal of Ecology, 58*(4)*,* pp. 692-708.**

2. Introduction

Remote sensing, coupled with geographic information systems (GIS) analyses, has been useful in characterizing landscape cover, particularly in central African forests where challenging terrain can hamper on-the-ground access (Laporte *et al.,* 1995; Mayaux *et al.*, 1999; Mayaux & Achard, 1999; Eva & Lambin, 2000; Gond *et al.*, 2003; Kerr & Ostrovsky, 2003; Potapov *et al.*, 2008; Gond *et al.*, 2016). This approach has facilitated the monitoring of deforestation (Mayaux *et al.*, 2003; N'Da *et al.*, 2008; Demaze, 2011; Bourbier *et al.*, 2013; Gond *et al.*, 2016); the mapping of ecosystem services linked to biomass (Sutton & Costanza, 2002; Gibbs *et al.*, 2007; Clec'h *et al.*, 2013; Barbosa *et al.*, 2015); the monitoring of bushfires (Eva & Lambin, 2000; Bucini & Lambin, 2002); and more generally, anthropogenic contributions to landscape dynamics and structures (Oszwald *et al.*, 2007; Vancutsem *et al.*, 2009; Oszwald *et al.*, 2015). Such analyses have contributed crucial

evidence in debates about sustainable forest ecosystem management in Central Africa, debates which involve national institutions, forest companies, national and international non-governmental organizations (NGOs), conservationists, and local populations (Mayaux *et al.*, 2003; Mayaux *et al.*, 2007).

Although these analyses are important, they are insufficiently detailed to characterize how people perceive and use their environment and resources over time. Most such studies have relied on remote sensing analyses, integrating knowledge of physics, ecology and agronomy to product land cover maps (Mayaux *et al.*, 2004; Sano *et al.,* 2010). A few recent studies in sub-Saharan Africa have integrated remote sensing with local knowledge in ecologically degraded regions (Del Rio *et al.*, 2018; Tahir *et al.*, 2017; Sulieman & Ahmed, 2013; Yiran *et al.*, 2012; elsewhere, see Jiang, 2003; Kumpula *et al.* 2010). These contributions demonstrate that remote sensing analysis and local knowledge can be brought into dialogue to enrich our understanding of land units and land cover. But beyond insisting that these two types of knowledge should be interpreted together, these contributions offer no rigorous conceptualization of "local knowledge" and little justification for interpreting it alongside remote sensing data. Yiran and colleagues, for instance, bemoan the slow pace of data production where rapid land degradation occurs and assert that satellite data "will be more suitable for sustainable planning to address the problems emanating from land degradation…if it is integrated with local knowledge" (Yiran *et al.*, 2012: 206). Sulieman and Ahmed contend that "Local communities are always aware of the environmental changes taking place in their surroundings…[which] makes it essential to integrate scientific and local knowledge so that communities are able…to respond to the challenges of degradation and environmental change…" (Sulieman & Ahmed, 2013: 23). These researchers' insights highlight the usefulness of "local knowledge", but their lack of conceptualization hampers their ability to articulate clearly why this should be the case.

The social sciences (anthropology, history, and geography) have produced a rich literature on "local knowledge" and its relations with scientific, and specifically ecological, knowledge (Huntington, 2000; Giles-Vernick, 2002; Berkes *et al.*, 2008; Silvano & Valbo-Jørgensen, 2008). As Mistry & Berardi (2016) put it, this knowledge is "local and context-specific, transmitted orally or through imitation and demonstration, adaptive to changing environments…and situated within numerous interlinked facets of people's lives". Collected among people who conceive of and use land and its resources, local knowledge has been put to multiple uses: it has been integrated into conservation programs (Gadgil *et al.*, 1993; Moller *et al.*, 2004); deployed to document the effects of climate change (Alexander *et al.*, 2011; Smith & Sharp, 2012); and used to safeguard the resilience of ecosystems and human populations (Anik & Khan, 2012; Gómez-Baggethun *et al.*, 2013;

Leonard *et al.,* 2013). Critiques have been lobbed against its evolutionary assumptions, suppositions of stasis and insularity, and undue emphasis on "formal, cognitively based schemas" (Lauer & Aswani, 2009; Giles-Vernick *et al.* 2015; Gagnon & Berteaux, 2009).

Nevertheless, put into dialogue with remote sensing data and analyses, "local knowledge" -- the fine-grained local perceptions and description of local-level practice captured through qualitative social sciences research -- can shed light on land use, landscape and land cover, particularly in equatorial Africa's rain forest. Local perceptions and practices provide granular evidence about how inhabitants see and use the ecosystems in which they live, grounding satellite images in a lived and changing local reality.

Bringing these two types of knowledge into dialogue is challenging, as multiple researchers have noted (Sulieman & Ahmed, 2013; Yiran *et al.*, 2012). The socio-ecological systems (SES) approach offers a useful framework to bring together the interacting social and ecological features that shape a landscape (Redman *et al.*, 2004; Liu *et al.*, 2007; Berkes *et al.*, 2008; Ostrom, 2009). "All humanly used resources," Elinor Ostrom has argued, "are embedded in complex, socio-ecological systems…composed of multiple subsystems and internal variables within these subsystems." (Ostrom, 2009: 419) As a "field-based, microscale, interdisciplinary study design" (Paige *et al.* 2016), the SES approach enables us to evaluate the physical, ecological landscape through remote sensing analysis, as well as its social dimensions, reflected in local knowledge and local land use practices.

Here we use SES to conduct a multidimensional, local-scale analysis of landscape in one region on the edge of the central African Congo Basin forest in the Maï-Ndombe province of the Democratic Republic of Congo (DRC). We used "landscape" to refer to a portion of territory that results from the action of natural and/or human factors and their interactions (Council of Europe 2000). We argue that a multidisciplinary approach integrating remote sensing and local knowledge is especially pertinent to understanding landscape change on the Congo basin forest edge, characterized by forest-savanna complex; remote sensing alone may not sufficiently capture highly varied land cover and its changes over time in a tropical area. Understanding landscape and its dynamics, we contend, is of even more crucial importance where conservation of forest and specific animal species overlaps with human landscape use. The SES approach provides a powerful complement to remote sensing, for in a conservation zone where people depend heavily on natural resources and are implicated in landscape changes, we can identify locally-relevant land units (that is, how people perceive the landscape and divide it into sub-units) and gain access to changing land uses -- the diverse ways that human inhabitants exploit

the land and its resources according landscape structure, including cultivation, hunting, fishing, gathering.

Remote sensing analysis permitted description of land cover and characterization of the dynamics of the landscape's changing physical, ecological features, but integrated with local knowledge, produces quality landscape analysis in difficult-to-assess tropical environments with wildlife conservation and human development challenges. We recommend using this SES, local-scale, multidisciplinary approach to strengthen interventions to enhance protection of the forest and its resources.

3. Materials and methods

3.1. Study site

We conducted the study in the North Batéké Chiefdom of the Maï-Ndombe Province (DRC). This region is situated in a forest-savanna mosaic at the edge of the Congo Basin forest (Pennec *et al.* 2016). This humid tropical zone experiences four seasons: a major dry season from mid-May to mid-September; a major rainy season from September to January; and one short dry season from January to March, followed by a short rainy season from March to May. Between May 2012 and May 2013, the annual rainfall was 2387 mm (Narat *et al.* 2015a). Between May 2012 and April 2014, the mean temperature at 7.00 am was 22.6°C (Pennec *et al.*, 2016). Located less than 300 kilometers from the capital Kinshasa, with direct access by the Congo River, the region is a primary supplier of agricultural food for the capital, in particular maize and cassava, but also of forest products as *Gnetum africanum* leaves, forest snails, bushmeat and charcoal.

The region is peopled primarily by the Batio (referred to as Bateke in Lingala). This population makes a living largely through farming and hunting, but also fishing, gathering, and animal husbandry. The average human density in the chiefdom is about 15 inhabitants/km^2, but may be much lower (<5) in some parts of the territory.

The study site itself, an area of approximately 1200 km^2 (2°27' S 16°14' E; 2°55' S 16°41' E), was defined by the boundaries of village territories managed by the local NGO, Mbou-Mon-Tour (MMT; Figure 3.1). Since the early 2000s, MMT has managed a community forest network to promote bonobo (*Pan paniscus*) conservation and sustainable economic development for human inhabitants (Narat *et al.*, 2015b). In the mid-2000s, the World Wide Fund for Nature (WWF) established a bonobo conservation and a carbon-based project, implementing new land management and natural resource exploitation restrictions and altering local land use practices.

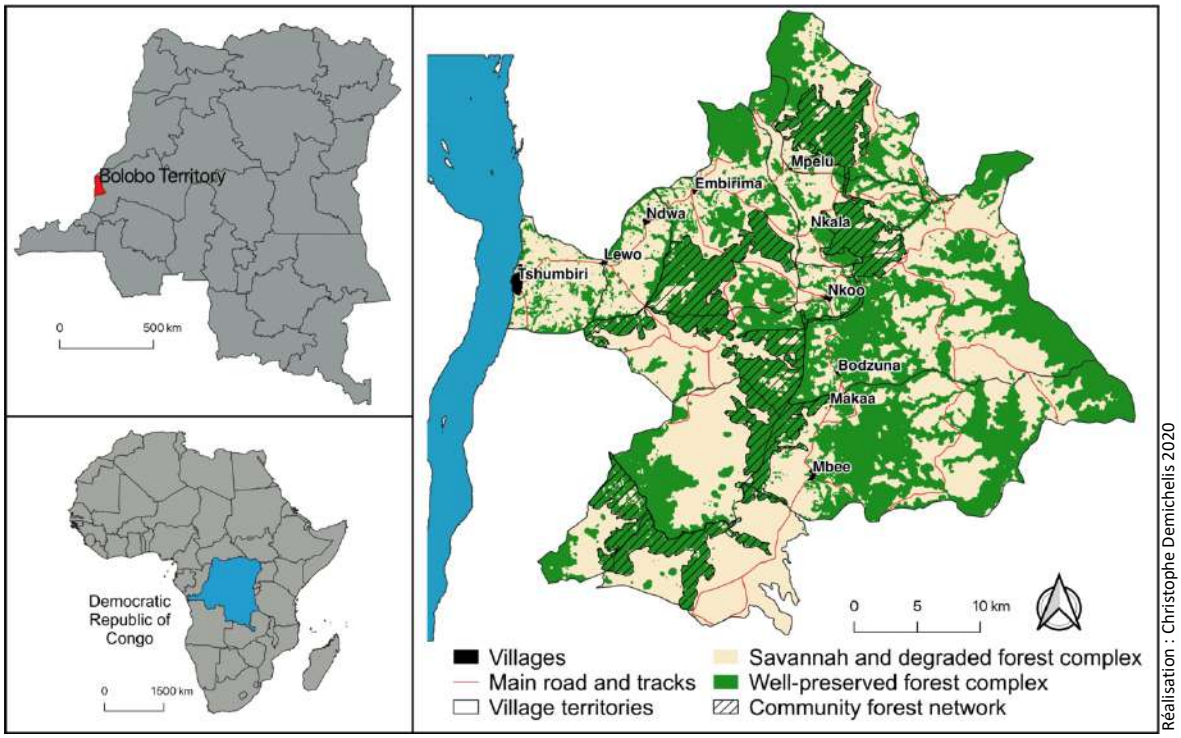


Figure 3.1: Study area location on the Congo Basin forest edge, North Batéké Chiefdom in the Democratic Republic of Congo.

3.2. Data collection

The SES approach to landscape necessitated both qualitative and quantitative methodologies. Qualitative and quantitative data were collected during two extended missions: a three-month field visit from July to October, 2016, and a second, six-month visit from May to November, 2017. Although we sought to produce a multidimensional analysis of the landscape using geomatics tools (GIS and remote sensing), qualitative data were also collected through field observations and exchanges with local populations. GIS analyses are possible without field studies, but we concur with Langlois (2008) that such analyses require immersion in the field, and by extension, should be situated in their specific social and environmental contexts.

3.2.1. Qualitative data

We employed qualitative social sciences methodologies, notably interviews, focus group discussions (FGDs) and participant-observations concerning ecological knowledge. We used a place-based approach to understand the social ecological contexts that people inhabit and to illuminate how they influence and are shaped by places where they live (Fleuret *et al.*, 2019; Adams, 2017). These data constitute part of a social and physical geographical analysis, using GIS and remote sensing.

Copyright: Christophe Demichelis 2020

Copyright: Christophe Demichelis 2020

Photo 3.1: Workshops using land unit drawings and seeds organized in Nkala with men (bottom), and in Mbee with women (top).

Eighteen FGDs in nine out of ten villages in the study area were conducted. We did not conduct FGDs in Makaa village because its small population could not support such discussions. Single-gender FGDs brought together eight to ten men or women between 18 and 90 years old. FGDs were conducted in Etio, the local language, with the assistance of a trained translator. These FGD workshops led to the development of a consensus classification of the structure and exploitation of the landscape, based on participants' concepts of different land units and land uses. Detailed notes were taken. During these FGD workshops, the use of land unit drawings and seeds enabled participants to determine the interest of the different land units in their activities. Photo 3.1 illustrates one these workshops. FGD workshops contributed to the development of a mixed classification of landscape structures: we integrated the participants' enumeration of different land units and their land use practices with Author 1's field observations to produce a geographical analysis of landscape dynamics.

Forty individual interviews were conducted with primarily elderly people widely recognized as knowledge holders. These interviews frequently focused on changing land uses, land units, and landscape, but imposed no limits on historical periods covered and subjects addressed.

Daily participant-observations were also conducted to verify evidence obtained in FGD workshops. Activities carried out by inhabitants were observed and described; informants were also asked to describe and name forest and savanna types where they conducted their activities. Detailed notes of these participant-observations were also taken.

Finally, regular participant-observation of informal and formal exchanges between local leaders (chiefs, NGO representatives, Local Development Committee members) was conducted.

3.2.2. Geographical data

Two types of geographical field data were collected. First, GPS landmarks were collected to characterize land units and landscape structure. A second set of GPS landmarks documented human activities in Bodzuna village during participant-observations. Both types of geographical data concretized the qualitative data collected during FGD workshops.

Two methods to collect landmarks relating to land units and landscape structure were deployed. First, surveys were carried out in sites of interest, defined by their heterogeneity. This heterogeneity was revealed in a pixel-oriented classification of a 2016 Sentinel-2 satellite image, at 10 meters accuracy. All landmarks were georeferenced using a GPS device. Each survey therefore corresponds to a homogeneous space within a radius

of 30 meters around the GPS landmark, so that it could be used on Sentinel-2 satellite image and ensure a margin of error. For each survey, multiple criteria were considered: (i) soil type (terra firma or wet), (ii) canopy height, (iii) the opening of the canopy, and (iv) possible human population uses. This allowed us to determine a landscape classification based on general ecological characteristics that could be exploited by remote sensing. For control purposes, in each survey we also took multiple photographs in the direction of the four cardinal points. For the second method, the same type of survey was carried out during participant-observations: every time an informant provided the name and description of a land unit encountered, a GPS landmark was taken and the land units were reclassified within the general landscape classification.

3.2.3. Botanical data

Botanical data were collected in the Etio language and written using Lingala pronunciations during participant-observations and geographic data collections. These collections were premised on informants' knowledge of abundant herbaceous, tree, canopy-dominant, and pioneer species pioneer species. WWF and MMT agents experienced in conducting botanical inventories assisted with botanical identification. We also relied on a catalog of the more important species based Pennec *et al.*'s (2016) study.

3.2.4. Remote sensing analysis

We produced a land cover map by associating GPS landmarks, which categorized the landscape into 11 classes based on structural and botanical information, and remote sensing analysis, based on a series of pixel-oriented classifications. GPS landmarks characterizing the landscape were divided into two series: the first, composed of 187 GPS points, facilitated the production of the map, whereas the second series of 164 landmarks permitted verification of the resulting map. Analysis was carried out on a Sentinel-2 satellite image from March 4, 2017, corresponding to the end of the short dry season and the beginning of the short rainy season; the timing accounted for soil humidity and ensured minimal cloud cover. Bands selected for pixel-oriented classification had a resolution of 10m to 20m, corresponding to wavelengths of visible and infrared light. This selection thus accounts for variations of plant biomass with high spatial resolution (Frampton *et al.*, 2013) for calculating the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index; Vancutsem *et al.*, 2009) and for separating shrub savanna into two classes (Figure 3.2).

Another control test entailed using the GPS point data set of a vegetation census performed in 2013 in part of the study area. This census compared classes obtained through the land cover map with those obtained in the field through a vegetation census

(51 50*50 meters plots), categorized forest types according to canopy, soil and herbaceous stratum (Pennec *et al.*, 2016).

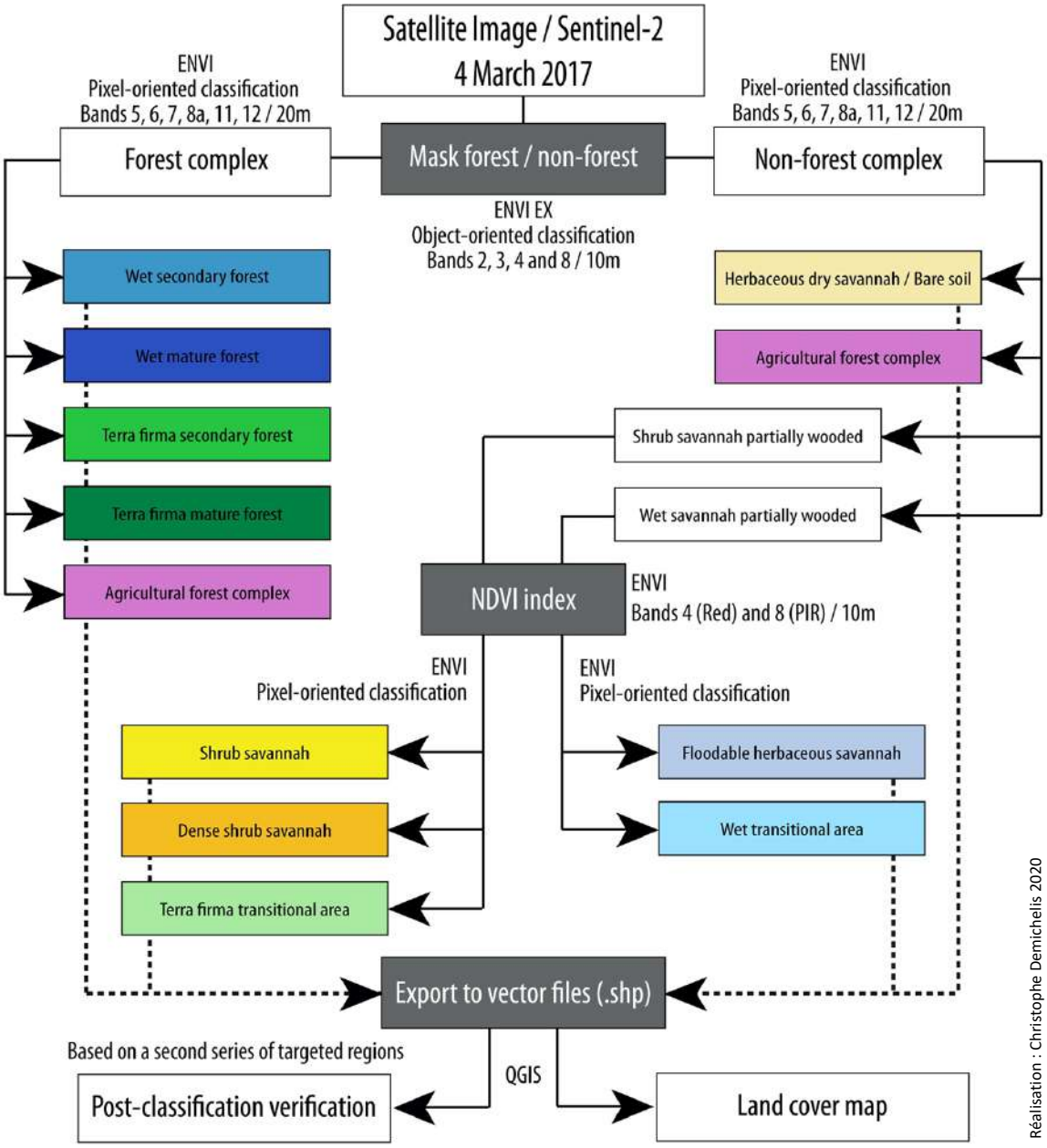


Figure 3.2: Processing chain used to classify landscape structure from a Sentinel-2 satellite image.

4. Results

4.1. Landscape structure according remote sensing

4.1.1. Land cover map based on Sentinel-2 satellite image

Based on the processing chain (Figure 3.2) and the 187 GPS landmarks corresponding to regions of interest for each class, we produced a land cover map representing the current landscape structure (Figure 3.3). Each land class in this landscape is described below, detailing the structural and botanical characteristics collected in the field for each GPS landmark used and categorized according to the 11 classes. The land cover classes have been grouped into agricultural areas, savannas, transitional areas and forests in order to facilitate their description. Table 3.1 presents areas and proportions of all land classes. These data highlight the dominance of forest areas (51.30%) over savanna areas (38.15%), with 6.94% of the landscape in transition (i.e. transitioning from savanna stage to forest stage), and 3.61% of the landscape allocated to slash-and-burn agriculture.

Table 3.1: Area extents and proportions of the 11 landscape classes composing the land cover map for the entire study area.

Land cover classes	Area extent (km^2)	Landscape proportion (%)
Total agricultural areas	**43,75**	**3,61**
Terra firma transitional areas	47,82	3,95
Wet transitional areas	36,28	3,00
Total transitional areas	**84,10**	**6,94**
Dry herbaceous savannahs	58,21	4,81
Floodable herbaceous savannahs	39,98	3,30
Total herbaceous savannahs	98,19	8,11
Shrub savannahs	180,09	14,87
Dense shrub savannahs	183,76	15,17
Total shrub savannahs	363,85	30,04
Total savannah areas	**462,04**	**38,15**
Terra firma secondary forests	191,08	15,78
Terra firma mature forests	145,14	11,98
Total terra firma forests	336,22	27,76
Wet secondary forests	60,30	4,98
Wet mature forests	224,83	18,56
Total wet forests	285,13	23,54
Total forest areas	**621,34**	**51,30**

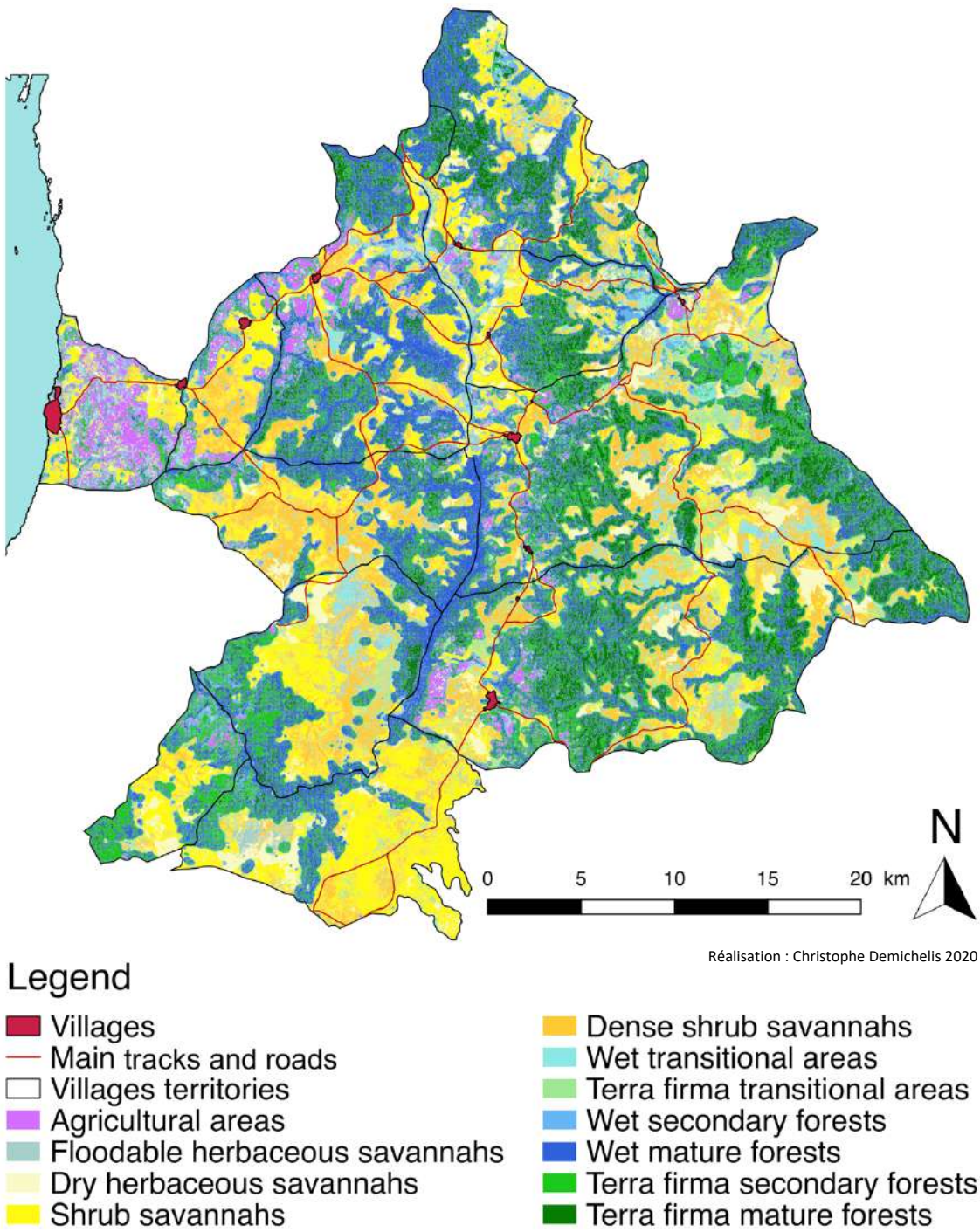


Figure 3.3: Land cover map of the study area (Sentinel-2 satellite image, 11 landscape classes).

Agricultural areas

Agricultural areas (3.61% of the landscape) include cultivated fields and fallow land, which have largely similar structures and cannot be differentiated by remote sensing. Agricultural fields contain multiple species, including cassava (the principal crop,

cultivated over four years), maize (grown during the first year of a new field), as well as groundnuts, pineapples, bananas, hemp, and solanaceous plants (tomato, eggplant, peppers). In fallow lands, *Chromoleana odorata* (referred to in French as *poison*, *fleur, fontaine*) and an unidentified forest fern species [*enie mofuru*[1]] dominate, but some young pioneer tree species, including *Musanga cecropioides* [*mosiu*] and *Maprounea membranaceae* [*moseon*] may be present.

Savannas

Savannas account for over 38% of the landscape. Floodable herbaceous savannas are predominantly composed of an unidentified herbaceous species known locally as [*kenon*]. We identified multiple dry savannas, including an herbaceous savanna populated primarily by *Hyparrhenia diplandra* [*mokano/molie*] and an unidentified herbaceous species [*mosilu*]. We also delineated two shrub savannas, which contain the same species, *Hymenocardia sp.* [*ewire*] and *Anona senegalensis* [*elolo*], but which differ in shrub density. The denser shrub savanna also has greater species diversity and includes scattered *Nauclea latifolia* [*ebunu*] and *Maprounea Africana* [*esie*].

Transitional areas

We identified two transitional classes (6.94% of the landscape) corresponding to savannas undergoing gradual colonization by forest. *Chromolaena odorata* and a creeping tree, *Alchornea cordifolia* [*buu*] formed a bushy stratum in both classes. In terra firma transitional areas, however, we found various scattered savanna shrub species, including *Hymenocardia sp.* [*ewire*] and pioneer forest species (*Pentaclethra eetveldeana* [*esili*], *Anthocleista liebrechtsiana* [*mopon a nsio*], and *Musanga cecropioides* [*mosiu*]). In contrast, the species *Gaertnera paniculata* [*mokaonkaon*] dominates the shrub stratum of wet transitional areas.

Forests

Forests account for 51.3% of the landscape. A high canopy, ranging between 30 and 40 meters for terra firma forests and approximately 30 meters for wet forests, characterizes mature forests. Large trees such as *Piptadeniastrum africanum* [*bopfu*], *Klainedoxia gabonensis* [*nkuri*] and *Milletia laurentii* [*ebabi*] dominate the canopies of terra firma mature forests. In contrast, adapted trees with stilt roots mainly structure wet mature forest canopies. These forests consist primarily of *Uapaca sp.* [*esi asia*] and to a lesser extent, *Hallea stipulosa* [*mopon a muele*], *Gilbertiodendron dewevrei* [*mondiri*] and *Coelocaryon preussii* [*ngabebalu*]. In wet and terra firma forests, several species of

[1] All words in italics and between brackets correspond to the local names in Tio language

Marantaceae occur. Where the canopy is partially open, *Haumania liebrechtsiana* [*ndzuomi*] grows and can colonize tree trunks. Other tidal species are widely present in these areas, including *Megaphrynium macrostachyum* [*nkuu/mefuu*], *Sarcophrynium brachystachyum* [*mpumpolo*], *Marantochloa conferta* [*teele*], *Thaumatococcus daniellii* [*nkuu a bontsei*] and *Marantochloa leucantha* [*makunu*].

A low canopy of 15 to 20 meters high characterizes secondary forests. The canopy opening contains varied species, but pioneer tree species dominate. *Pentaclethra eetveldeana* [*esili*], *Anthocleista liebrechtsiana* [*mopon a nsio*], *Xylopia aethiopica* [*ensia*], *Musanga cecropioides* [*mosiu*] and *Trema orientalis* [*mowei*] grow in terra firma forests, whereas young *Uapaca sp.* [*esi asia*], *Macaranga stautti* [*mokie a madza*] and different *Raphia* species [*ndele/lempuyu*] structure wet forests. These forests also contain scattered young trees which will eventually dominate a mature forest canopy. Most secondary forests contain liana species, including *Ancistrophyllum secundiflorum* [*ekaba*] and *Eremospatha wendlandiana* [*mbubi*]. Finally, terra firma forests contain an herbaceous stratum largely characterized by *Aframomum sp.* [*ntunu mofuru*] and *Palisota sp.* [*matilatili*], whereas wet forest herbaceous strata are dominated by *Aframomum sp.* [*Ntunu a bontsei*] and two undetermined species [*menkunko*] and [*matilatili a madza*]. Similar to mature forests, the same Marantaceae species are scattered throughout terra firma and wet secondary forests.

4.1.2. Quality of the land cover map

Verification phase results are presented in Table 3.2. Of the 164 control points used for verification, 81.85% conform with the land cover map that we obtained. Discrepancies frequently concern classes that are close in structure and/or soil type. For instance, of the 31 control landmarks defined as terra firma mature forests, four are located in terra firma secondary forests, and three in wet mature forests.

Table 3.3 presents a second verification, based on a prior vegetation census (Pennec *et al.*, 2016). Savannas and open canopy forests are well situated on our land cover map; we find strong correspondence between our classes of savannas and our agricultural fields and those of Pennec *et al.* (2016). Seasonally inundated forests also convene well to our map, except for two plots considered to be in terra firma mature forest and one in an agricultural field. Conversely, the sparse and mixed forest plots accounting for tree density and an herbaceous stratum with abundant Marantaceae do not correspond to the classes on the map.

Table 3.2: Verification table derived from the crossing of control GPS landmarks with the land cover map obtained from a Sentinel-2 satellite image.

		Land cover map												
		Agricultural areas	Wet secondary forests	Wet mature forests	Terra firma secondary forests	Terra firma mature forests	Wet transitional areas	Terra firma transitional areas	Dense shrub savannahs	Shrub savannahs	Floodable herbaceous savannahs	Dry herbaceous savannahs	Total	Percentage of veracity (%)
Control GPS landmarks	Agricultural areas	11			1								12	91,7
	Wet secondary forests		7	2			1						10	70,0
	Wet mature forests		1	34		5	1						41	82,9
	Terra firma secondary forests				18		1	2					21	85,7
	Terra firma mature forests			3	4	24							31	77,4
	Wet transitional areas													
	Terra firma transitional areas													
	Dense shrub savannahs							2	9				11	81,8
	Shrub savannahs								1	8			9	88,9
	Floodable herbaceous savannahs		1				1				13	1	16	81,3
	Dry herbaceous savannahs									2	1	10	13	76,9
													164	81,85

Table 3.3: Location of the 51 plots addressing landscape structure and botanical composition (Pennec *et al.*, 2016) in comparison with study land cover map using 2017 Sentinel-2 satellite imagery.

		Pennec *et al.*, 2016							
		Savannah	Open canopy forest	Sparse forest with Marantaceae understorey	Sparse forest with very dense Marantaceae understorey	Mixed forest with Marantaceae understorey	Mixed forest with open understorey	Seasonally inundated forest with *Gilbertiodendron dewevrei*	Seasonally inundated mixed forest
Land cover map	Agricultural complex in forest		2	1					1
	Wet herbaceous savannah	1							
	Dry herbaceous savannah	1							
	Shrub savannah	1							
	Dense shrub savannah								
	Terra firma transitional zone								
	Wet transitional zone	1			1				
	Terra firma secondary forest	2		4		4	1		
	Wet secondary forest			1					
	Terra firma mature forest			3		1	2		2
	Wet mature forest			5	1	1	5	4	6

4.2. Landscape dynamics based on land units

Focus groups, individual interviews and participant-observations revealed more fine-grained landscape classes than those presented on land cover map. Local populations and [Author 1] identified several land units that composed several classes on the map, including diverse types of secondary and primary forests and several states of agricultural fields in cultivated areas. In detailing their land use practices, they also posited important changes over time that have taken place in the landscape. Note that all villages participating in FGDs identified the same land units. All descriptions are mixed categorizations: they draw from Author 1's FGD and participant-observation notes and his interpretation of local understandings of land units and uses, as well as his ecological evaluations during field visits. The mixed categorization contributes to a more accurate reading of the land cover map, not to an exclusively anthropological landscape analysis, which is beyond this study's scope.

4.2.1. Land units composing agricultural areas

We identified three land units making up forest agricultural areas: agricultural field in forest [*ngunu mofuru*]; young fallow land [*ebvu*]; and fern brushwood [*ebere enie*]. Informants explained that once they finished cultivating a parcel, they allowed the field to fallow. Depending on fallow length, men and women indicated that old fields may either revert to forest or be re-cultivated. Curtailed fallow times and intensive, frequent burns to prepare a field will transform it into a mono-specific area composed of forest ferns, an unidentified species called [*enie mofuru*]. According to an approximately 60-year-old village chief and cultivator, "*The forests that are really closed to the village have disappeared because if you cultivate too much the same place it becomes the savanna, with only ferns*." For local inhabitants, the appearance of this fern indicates overexploitation. Because of pressure on available land for cultivation, these parcels are frequently farmed.

Informants also identified savanna agricultural fields as land units, called *ngunu nsio*. Cultivated by women over a two-year period, these fields contain cassava and groundnuts. *Ngunu nsio* are not fallowed; instead, they regain their savanna state over the cultivation period. We grouped these fields with herbaceous dry savannas because of their structure. Women insisted, however, that they abandoned cultivation in savanna regions because of the expansion of cattle herding and the damage that bovines caused to women's fields. According to a male village elder who both cultivated and fished, "*Women stopped doing agriculture in the savannas when farmers used them to raise livestock. Here, there is no longer a free savanna to farm. All the savannas are occupied by the breeders.*"

Only women in Mbee village, and to a lesser extent, in Nkoo and Tshumbiri villages, continue to practice savanna cultivation.

4.2.2. Land units constituting the forest complex

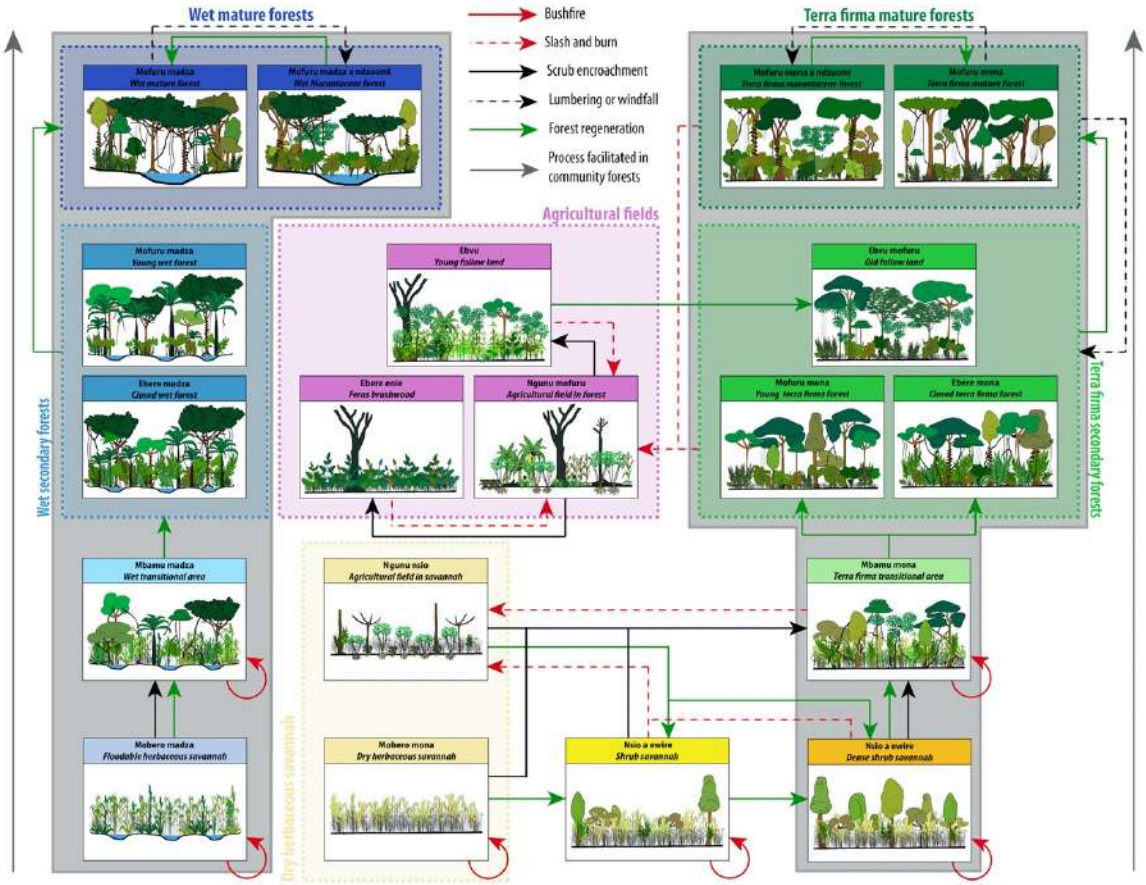
Three land units comprise terra firma secondary forests, and two constitute wet secondary forests in land unit categorizations. Although tree species and structures remain largely similar across these forests, local populations differentiate between them according to their herbaceous stratum and to how easily people move through the land units. [*Mofuru mona*] (young terra firma forests) and [*mofuru madza*] (young wet forests) contain more young trees structuring the canopy of future mature forests than the other types of land units composing secondary terra firma and wet forest classes. Our informants use the terms [*ebere mona*] for closed terra firma forests and [*ebere madza*] for closed wet forests, explaining that such secondary forests contain dense lianas and Marantaceae species, preventing people from moving easily. A third class of terra firma secondary forests refers to previously cultivated fields that have reverted to forest after a long fallow. This forest class, called [*ebvu mofuru*], is structured by multiple young tree species, which are seen as indicators of past human activity. These closed forests can evolve to mature forests over time, but do so more slowly than other secondary forests because the dense herbaceous stratum prevents young trees from developing.

Local informants during mapping workshops describe mature forests in terms of two land units that constitute both terra firma and wet mature forests. Perceptions of the herbaceous stratum, particularly abundant Marantaceae species and notably [*Haumania liebrechtsiana*] species, underlie the distinctions between these units. Informants refer to terra firma forests as [*mofuru mona*] and to wet forests as [*mofuru madza*], but forests with high densities of Marantaceae species are referred to as [*mofuru mona/madza a ndzuomi*]. Sometimes the population uses the term [*lesene*] to refer to a mature forest in which it is easy to move because it contains a sparse herbaceous stratum. Nevertheless, people emphasize that mature forest land units are dynamic, shaped by windfall or human exploitation, which opens the canopy and facilitates Marantaceae growth. They contend that partially open spaces may revert to forest.

4.2.3. Landscape dynamics according classification based on land units and land uses

Bringing together local environmental classifications of landscape dynamics, land units, land uses and an analysis of deforestation fronts, we can elaborate a more detailed reading of the land cover map, integrating both a more granular understanding of each class and change in landscape dynamics (Figure 3.4). Although more classes appear in this diagram (19 land units) than in the land cover map, the 11 classes used for remote sensing

analysis and indicated in the dotted boxes are well-represented in the diagram. Thus, by combining the landscape approach using remote sensing and the systemic approach based on local knowledge, we have a more detailed understanding of the landscape, and hence of the land cover map.



Réalisation : Christophe Demichelis 2020

Figure 3.4: Systemic approach to landscape dynamics.

Combining these different types of data with agronomic and ecological knowledge based on field observations, we find that ecological dynamics tend towards a slow, progressive transformation of savannas into forests with colonizing pioneer species, even as fire contributes to savanna maintenance and regeneration, and agriculture participates in opening the forest canopy. As a 60-year-old tracker, cultivator, hunter and fisher observed, "*The forest attacks the savanna. For example, there was the savanna all around the director's parcel. Now there are no more, it's the forest*."

The results of the workshops using land unit drawings and seeds, confirmed by participating observations, present the types of human activities carried out according to land units, which determines land uses (Table 3.4).

Table 3.4: Location of activities within the landscape based on field observations and workshops; in dark: permanent annual use; in light: seasonal or decreasing use.

		Agricultural fields			Floodable herbaceous savannahs	Dry herbaceous savannahs		Shrub savannahs	Dense shrub savannahs	Terra firma transitional areas	Wet transitional areas	Terra firma secondary forests			Wet secondary forests		Terra firma mature forests		Wet mature forests	
		Fields	Fallow lands	Fern areas		True savannahs	Agricultural fields					Young forests	Closed forests	Old fallow lands	Young forests	Closed forests	Dense forests	Marant. forests	Dense forests	Marant. forests
Agriculture																				
Livestock breeding																				
Fish farming																				
Hunting	Rifle																			
	Trap																			
	Net																			
Fishing	Trap																			
	Net																			
	Hook																			
	Hand																			
Gathering																				

The interviews, participant-observations and workshop highlighted human activities as playing a significant role in contemporary landscape dynamics. Local informants recognize agriculture and livestock farming as activities that structure the landscape over the short term. Conversely, hunting, fishing and gathering are punctual resource exploitation activities and do not actively influence landscape dynamics and structure in the short term. In the long term, they may affect landscape dynamics and structure by exploiting key animals, plants, or fish.

Livestock activities transform the savanna into scrub areas and accelerate their colonization by forest species. Farmers therefore burn savannas to stop forest development and hence to support livestock raising, as well as to facilitate hunting and mushroom gathering. A 60-year-old tracker, cultivator, hunter and fisher explained,

> *The savanna is burned at the end of August to eat the mushrooms that grow afterwards. It also allows us to hunt during the rainy season […] There may also be the reason for the breeding. To limit the advance of the forest and conserve space for animals. In a concession there may be a forest that appears in the savanna, so the farmer will burn it to prevent the forest from settling in*.

Cattle herds trample herbaceous species, limiting their regeneration. Their movements over large savanna zones appear to spread seeds by zoochory (faeces and/or involuntary transport in hair and hooves), particularly seeds of *Chromolaena odorata*, facilitating scrub encroachment and eventually, forest species in savanna areas.

Figure 3.5 is a land cover map locating the community forest network within the landscape and includes agricultural areas, forest complex, savanna complex and markers of human presence (villages and roads).

This map highlights that agriculture activities are mainly located around villages and communication axes (roads and Congo river), where the deforestation is most apparent. The map convenes well to the recollections of an 80-year-old elder and farmer, who observed

> *Because of overpopulation, there are more and more fields, and therefore there are fewer forests. When I was young, I used to work in the fields near here. But today with the overpopulation I can no longer cultivate close to the village. There's no more space.*

Unlike in savannas, where *Chromolaena odorata* facilitates forest expansion, in farmed zones, species significantly curtails forest regeneration because it develops faster than tree species. Although fallowed plots can revert to forest, repeated cultivation leads to

soil depletion and favors the survival of fire-resistant ferns seeds, which in turn dominate forest pioneer species and establish mono-specific fern areas. According to FGD informants, these mono-specific ferns zones have never developed into forest.

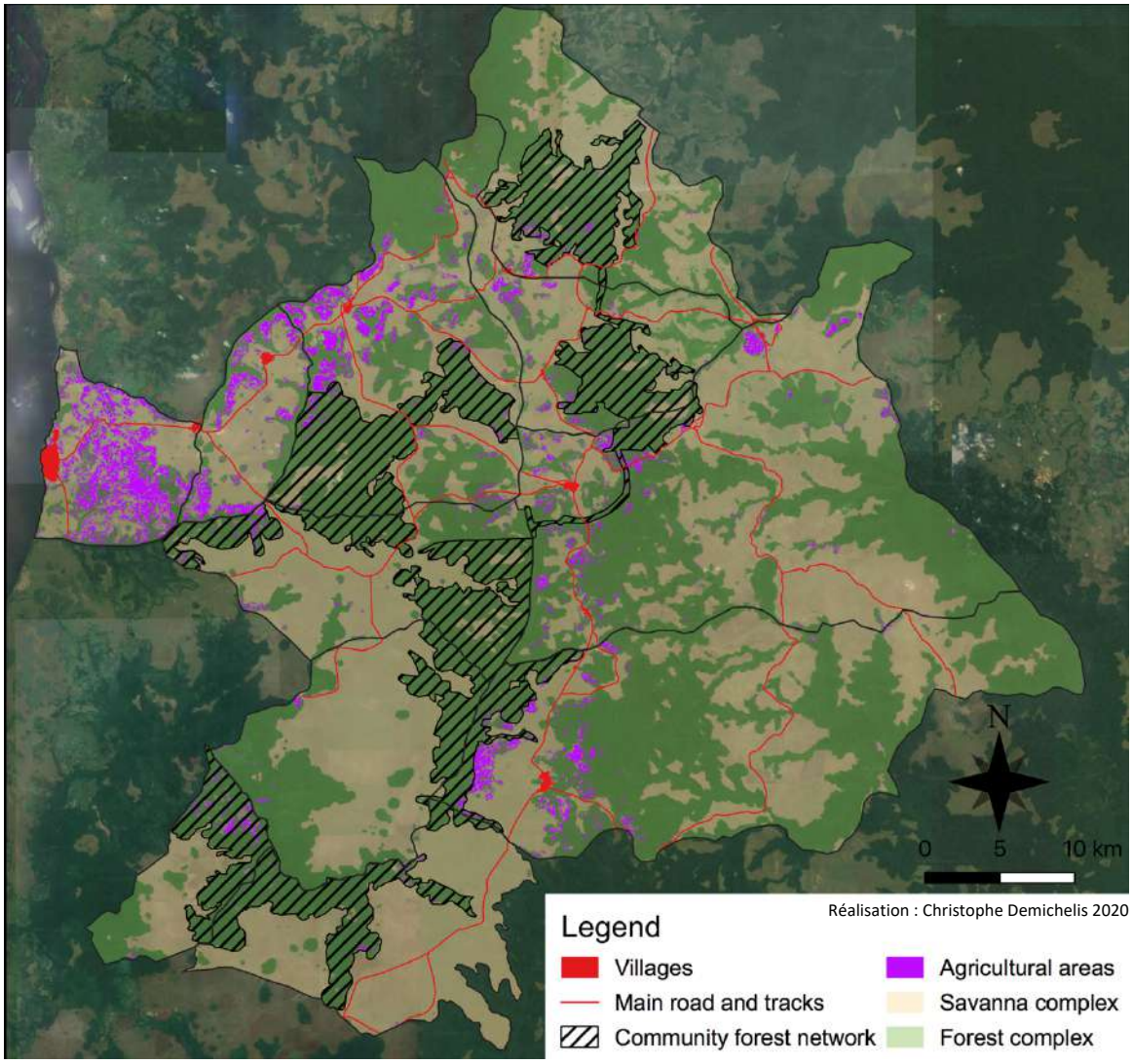


Figure 3.5: Location of agricultural areas in relation to the community forest network and human settlement.

NGO programs have a significant impact on the landscape. Participant-observations and community forest visits highlighted their positive impact on forest dynamics. The creation of community forests for bonobo protection has favored forest regeneration and expansion into savanna areas. These conservation areas prohibit agriculture. As Figure 3.5 shows, very few agricultural fields are located in the community forest network. Hence, it would appear that populations largely respect this regulation. Elsewhere in the territory, particularly near populated areas, terra firma forests do appear to suffer from deforestation because of agriculture. Certain NGOs try to prevent bushfires, which play a major role in the landscape dynamics by allowing savannas to remain in their current

state. By limiting this practice, then, NGOs favor the progressive colonization of savannas by pioneer forest species.

Finally, occasional wood exploitation in some terra firma mature forests by private companies also affects landscape dynamics, although to a lesser extent than other interventions. This timber exploitation opens up mature dry forest and facilitates Marantaceae colonization. Its effects resemble those of windfall in dry and humid forests. During FGDs, informants insisted that Marantaceae forests can be maintained over long periods, depending on exploitation frequency and ecological conditions. Such forests eventually recover as dense, mature forest.

5. Discussion

Using an SES approach, this investigation conducted a multidimensional, local-scale analysis of landscape in one region on the edge of the central African Congo Basin forest in the Maï-Ndombe province of DRC. It sought to evaluate the physical ecological landscape through remote sensing analysis in dialogue with local conceptions of the environment and local land use practices (Redman *et al.*, 2004; Liu *et al.*, 2007; Ostrom, 2009; Paige *et al.*, 2016). Below we present the primary methodological and land conservation implications of our analysis.

5.1. Contributions of Sentinel-2 satellite images

Our land cover map offers a good overview of the study site's landscape structure. The Sentinel-2 satellite images are useful in this respect. Available free of charge and offering high spatial resolution, these images permit land cover analyses on a relatively fine scale. As in the study conducted by Bolyn *et al.* (2018), which also used Sentinel-2 satellite imagery, our map generated high quality results, in comparison with other remote sensing publications that target many land cover classes but use other satellite image sources (Franklin & Wulder, 2002; Salovaara *et al.*, 2005). In our study, our GPS field marks corresponded well to the land cover map. We obtained a classification accuracy of 81.85% with a resolution of 10-20 meters and a sampling unit of 30 meters, showing the capabilities of the Sentinel-2 satellite images to produce high quality land cover maps even at the local level. In other studies, however the correspondence percentage rarely exceeds 80% with such fine-scale sampling units, even in large areas with low satellite image resolutions (Franklin & Wulder, 2002). Salovaara *et al.*'s (2005) remote sensing analysis and classification of Amazonian tropical rain forest, for instance, used a Landsat ETM+ satellite image with a resolution of 30 meters to separate the forest in three classes, with a fourth class corresponding to non-forest. Their first classification using 500 meters

sampling units gave an overall classification accuracy of 85%, but when they reduced sample units to 200 meters, classification accuracy was significantly lower (71%).

Remote sensing analyses, although powerful, cannot account for a landscape structural complexity nor its botanical composition, as, for instance, Pennec *et al.* (2016) have demonstrated in this region. Too much crucial information for understanding a more granular and dynamic landscape is lost. For this reason, we conducted a second verification comparing our land cover map with Pennec *et al.*'s remote sensing and botanical composition analyses. Our map results were robust. In cases where there were disparities, we found that temporal lags between the botanical surveys and our remote sensing analysis could account for these differences. For instance, two savanna plots were located in our land cover map's terra firma secondary forests, likely due to the temporal lag between the botanical surveys (2013) and the remote sensing analysis (2017) and the process of forest colonization. In a second case, we found two plots considered to be in terra firm mature forest and one in an agricultural field, but this discrepancy may have again resulted from the temporal lag between the studies, from variations in rainfall affecting soil humidity, or from the opening of a field in the time elapsed between the studies. The fact that the plots corresponding to sparse and mixed forests do not correspond to the classes on the land cover map highlights the limits of remote sensing. The botanical classification of Pennec *et al.* (2016) considers the density of trees and the herbaceous stratum, whereas remote sensing analysis only considers canopy biomass and soil humidity.

5.2. Contributions of local knowledge and practices

Our findings also demonstrate that to understand landscape and its dynamics, we need more than remote sensing. Within an SES framework, we built on our remote sensing analyses by integrating local ecological knowledge and human practices and to achieve a more fine-grained vision of land unit and land use. Our use of local ecological knowledge drew from a long-standing social sciences literature that assumes that landscape inhabitants are well-positioned to recognize and evaluate ecological features as they change over time (Berkes *et al.*, 2008; Gagnon & Berteaux, 2009; Azzurro *et al.*, 2011; Beaudreau & Levin, 2014).

Although in other contexts, researchers have debated the utility of local ecological knowledge (see, for example, Gilchrist *et al.*, 2005; Chalmers & Fabricius, 2007; Mistry & Berardi, 2016), our qualitative individual interviews and workshops yielded significant refinement of land classes. These data, coupled with field observations, identified smaller scale land units that were based on local evaluations of structure, plant diversity and soil types, local practices, and local recollections of land cover changes over time. Informants

detailed four agricultural land units and five forest land units which otherwise could not be captured in an exclusively remote sensing analysis. Using interviews and workshops, we found that this forest-edge environment offered multiple ecosystem services to inhabitants of this region.

Moreover, our qualitative investigation of local land units and uses allowed us to situate the landscape into a dynamic historical context and to identify specific historical changes. Both livestock farming and agroforestry intensification were especially important factors influencing landscape dynamics (Fairhead & Scoones, 2005; Appiah *et al.* 2009). Agricultural activities are mainly concentrated around sites of human settlement and along communication axes and therefore may be drivers of deforestation, particularly in densely populated sites near the Congo river. In contrast, testimonies and field visits shows that areas heavily devoted to livestock breeding are quickly colonized by forests species, leading to the formation of large transitional areas in savanna complexes.

NGO effects on landscape dynamics must also not be neglected. Bushfire control and the establishment of community forests appear to be two actions influencing these landscape dynamics. The location of agricultural fields within the landscape shows that community forests are mostly composed of large forest areas, with very few cultivated fields. Moreover, participant-observations and interviews suggest that the hunting ban in these areas is well-respected by local populations, although further study of local conservation policies is needed. These observations indicate that community forests to protect bonobo habitats from agriculture-related deforestation, however, may have a positive effect, thus supporting claims that NGOs can foster and enforce "rules of good conduct" (Agrawal & Ostrom, 2001; Roth, 2004; West, 2006; West *et al.*, 2006).

Our approach thus confirms similar studies conducted elsewhere in Africa, demonstrating the contributions of local assessments of and practices in landscapes in transition to remote sensing analyses (Sulieman & Ahmed, 2013; Yiran *et al.*, 2012).

5.3. Usefulness of an integrated remote sensing-field observations approach

Citing the world's pressing concerns of "controlling deforestation and reducing carbon dioxide emissions," Mistry and Berardi (2016) have made a compelling argument for the importance of local ecological knowledge. They contend that any effort to solve real-world problems should first engage with those local communities that are most affected, beginning from the perspective of indigenous knowledge and then seeking relevant scientific knowledge – not to validate indigenous knowledge, but to expand the range of options (Mistry & Berardi, 2016).

Our investigation on the Congo basin forest edge highlights that our SES, local-scale, multidisciplinary approach can be used to strengthen conservation efforts to protect the forest and its resources and to enhance the resilience and well-being of local inhabitants. State and NGO policymakers using land cover maps should develop alongside such maps methods to document and understand local practices and knowledge. As Mistry and Berardi note, these local practices and knowledge can be read in parallel with remote sensing maps, to refine them and to dialogue with local communities in order to co-develop adaptive and locally-acceptable solutions to forest protection. The Congolese NGO Mbou-Mon-Tour has achieved considerable support in bonobo and partial forest protection (Narat *et al.*, 2015b). We find here that it has also beneficial effects on forest cover, even when people use these forest zones daily.

6. Conclusion

Although Alfred Korzybski's claim that "the map is not the territory" is frequently repeated, in practice, it may be easy for users of satellite imagery to forget his caveat. Field operators frequently use land cover maps to evaluate forest cover and rates of deforestation. This article demonstrates that in relying exclusively on such maps, we lose sight of socio-ecological dynamics at a local scale. We have argued here that analysis of the Congo Basin forest edge, characterized by forest and savanna complexes, multiple human uses of landscape and its resource, and conservation of forest and bonobos, required a multidisciplinary approach integrating remote sensing and SES. Our approach yielded accurate, rich insight into landscape change. Our land cover map produced good results, detailing the landscape's spatial structure with 11 land classes and yielding an 81.85% correspondence with a second series of GPS landmarks. But when we considered local knowledge of land units and uses, as well as Christophe Demichelis's observations, we identified 19 land units.

Accounting for this kind of local knowledge therefore produces a more fine-grained analysis of landscape than a land cover map alone. It convenes better to local realities and reveals how local populations use their landscape. Where people depend heavily on natural resources, such insight is of crucial importance for developing effective biodiversity protection that accommodates local populations' expectations and practices. We therefore show that integrating local knowledge of land use and ecological can refine our collective spatial and temporal understanding of landscape dynamics.

Additionally, this approach can align conservation efforts more effectively with local practices, and in turn elicit more concrete local "buy-in" to such conservation efforts. Conservation actors should therefore integrate more systematically local population

practices and perceptions into their understandings of landscape and protection to enhance the success of their protection programs.

4

ANALYSE GEO-HISTORIQUE DU PAYSAGE ET INFLUENCE DES MOBILITES VILLAGEOISES

Cette partie est dédiée à Papa Fidèle, doyen des Batéké décédé en 2020, qui a été une source intarissable d'informations et sans qui cette étude n'aurait pas pu voir le jour. Avec lui c'est toute une partie de la mémoire des Batio qui s'en est allée à jamais.

Copyright : Christophe Demichelis 2021

Jeune bonobo mâle de la forêt communautaire de Bodzuna

1. Préambule

Cette quatrième partie présente une analyse géo-historique du paysage avec pour porte d'entrée l'évolution des modes de vie des populations locales en termes de mobilités villageoises depuis la fin du 19ème siècle jusqu'à nos jours. Pour cela, les analyses croisent des récits oraux avec des données géographiques afin d'évaluer l'influence des mobilités sur l'évolution du couvert forestier. En effet, les mosaïques forêts/savanes étant bien souvent, et à tort, considérées comme le résultat d'une déforestation passée, il semblait essentiel d'étudier l'origine de cette formation écologique. Plusieurs cartes ont ainsi été produites, intégrant la localisation de 44 anciens villages aujourd'hui abandonnés avec leurs histoires orales. En se basant sur la carte du *land cover* produite dans la partie 3 de ce manuscrit, deux analyses en composantes principales (ACP) ont par la suite été conduites. Ces ACPs s'intéressent à la structure paysagère dans une zone tampon de 250 m de rayon autour des anciens villages géolocalisés, avec comme variables étudiées l'ancienneté des mobilités et la distances par rapport aux villages actuels. Cela a permis de mettre en évidence la colonisation de ces anciens espaces habités par la forêt au fil du temps, phénomène accentué par un effet distance. Ainsi le réseau forestier actuel apparaît comme en partie issu d'une eutrophisation des milieux et un mode de vie semi-sédentaire. Toutefois, la sédentarisation totale dans de grands villages regroupés durant la colonisation est venue mettre à mal cette dynamique, entrainant une modification brutale des modes d'exploitations des ressources qui se répercute aujourd'hui par une rupture spatiale dans la dynamique du paysage. En ce sens, les transformations des moyens de subsistance qui ont eu lieu pendant et après la colonisation ont entraîné une diminution de la qualité des biens environnementaux et réduit le bien-être des populations humaines. Ces observations et résultats entendent aider les ONGs à mieux prendre en compte les pratiques et les besoins humains locaux dans leurs efforts de conservation et de développement.

Cette partie a fait l'objet d'un article rédigé et publié en anglais : **Demichelis, C., Oszwald, J., Bostvironnois, A., Gasquet-Blanchard, C., Narat, V., Bokika, J. C., Giles-Vernick, T. (2021). A century of village mobilities and landscape dynamics in a forest-savannah mosaic, Democratic Republic of Congo. *Bois & Forêts des Tropiques*, *348*** (à paraître 2nd trimestre 2021)

2. Introduction

Deforestation within the Congo basin forest has emerged as a major concern in previous decades, resulting in the implementation of wide-ranging approaches to conserve

landscapes, ecosystems, or ecosystem goods and services (Lambin *et al.,* 2003; Lambin & Meyfroidt, 2011; Clay, 2016; Windey & Van Hecken, 2021). Studies of deforestation, however, frequently focus on large-scale land cover, but do not consider changing land uses (Duveiller *et al.,* 2008; Vittek *et al.,* 2014). Although these macro-scale studies do not address land use, they nevertheless tend to attribute anthropogenic changes as explanations for deforestation, highlight the effects of agriculture, wood extraction and livestock breeding, accelerated by technological developments, economic expansion and demographic pressure (Gillet *et al.,* 2016). To better understand Congo forest-edge dynamics and to integrate more fully human action into these dynamics, local, smaller scale approaches are needed.

Heterogeneous forest patch landscapes in Africa have long been considered 'degraded' and 'deforested' ones (Fairhead & Leach, 1996). Whether forest-savannah mosaics are the result of deforestation or of forest expansion into savannahs is well worth exploring, particularly in light of the current need to protect forest cover and to regulate local climates (Alkama & Cescatti, 2016). Local-scale studies are most appropriate for gaining insight into interactions between anthropogenic activities and forest cover.

With some notable exceptions (Kaplan *et al.,* 2016), forest dynamics tend to be studied over short periods, comparing satellite images over a few years or decades (Mayaux *et al.,* 2003; Ciza *et al.,* 2015). Yet in locations where local populations have long relied heavily on natural resources for their livelihoods, understanding forest cover dynamics requires a longer time-frame of investigation than a few decades, especially because of the long-term economic and political processes that have transformed land governance systems.

This type of long-term investigation requires the use of other kinds of evidence than remote sensing alone, which only offers quality data from the 1970s. In fact, there is evidence that changing population settlement and expansion in a given area over time is linked to the dynamics and transformation of the landscape, including deforestation (Courtin & Guengant, 2011). But the reverse is also true: the landscape, and the associated environmental and sanitary conditions, can be responsible for human mobility, especially in a context of climate change, including migration (Van der Geest *et al.,* 2010, Tankou *et al.,* 2014) and displacement (Gemenne *et al.,* 2017).

The present study examines how village mobility has affected the structure and dynamics of landscape change in the North Batéké Chiefdom, located on the Congo basin forest edge of the Democratic Republic of Congo (DRC). To understand these landscape dynamics beyond the period for which we have remote sensing imagery, it is necessary to mobilise historical evidence and analysis. Hence, this study uses oral testimonies of those who experienced changes that span Belgian colonisation from the late 19th century

through the postcolonial period from 1960, or who heard about such transformations from their parents. These testimonies are coupled with Global Positioning System landmarks from abandoned and currently occupied villages, physical description and uses of these sites, as well as statistical and geomatic analyses, in order to demonstrate how village mobilities have shaped land use and land cover. A socio-ecological system (SES) approach was adopted, integrating social and ecological features that shape a landscape (Redman *et al.,* 2004; Liu *et al.,* 2007; Ostrom, 2009). This SES incorporates a rigorous exploration of land use and land cover changes with historical and anthropological analyses of subjectivities embedded in landscape -- "a form of codification of history itself, seen from the viewpoints of personal expression and experience" (Stewart & Strathern, 2003).

The term "mobility" is used rather than migration because it includes "large-scale movements of people, objects, capital and information across the world, as well as the more local processes of daily transportation, movement through public space and the travel of material things within everyday life (Van Dijk *et al.,* 2001; Hannam *et al.,* 2006). This study focused on village mobilities, rather than individual mobilities, in order to trace the potential impacts that human settlements could have on land use and land cover.

The authors argue that in this zone on the Congo basin forest edge, past village migrations undertaken by Batio peoples have contributed to forest expansion, rather than engaging in forest cover destruction. At the same time, contemporary sedentarization of these inhabitants has encouraged intensified exploitation of ecosystem services, raising questions about the longer-term sustainability of their agricultural activities.

By studying the past relations between village mobility and landscape evolution since the beginning of colonial rule, this article seeks to understand current human settlement, land use and landscape dynamics. In a globalized world where decisions are taken without considering local realities, and facing climate change requiring urgent adaptation of rural populations, our approach can contribute to more appropriate and effective integrated conservation and development interventions, by documenting changing local land uses and land cover.

3. Materials and methods

3.1. Study site

3.1.1 Geography and environment

The study was conducted in the North Batéké Chiefdom of the Maï-Ndombe Province (DRC), situated in forest-savannah mosaic at the edge of the Congo Basin forest (Photo 1;

Pennec *et al.,* 2016). Located less than 300 kilometers from the capital Kinshasa, the region supplies agricultural and forest food and other resources for the capital. The region is peopled primarily by Batio speakers (also referred to as Batéké in Lingala). This population lives primarily through farming and hunting, as well as fishing, gathering, and animal husbandry.

The study site itself was defined by the boundaries of traditional village territories where the local nongovernmental organization, Mbou-Mon-Tour (MMT), operates (Figure 4.1). Since the early 2000s, MMT has managed a community forest network to protect bonobo (*Pan paniscus*) populations and encourage sustainable economic development for people living in the region (Narat *et al.,* 2015b). In the mid-2000s, the World Wide Fund for Nature (WWF) also undertook bonobo conservation in the region. Both MMT and WWF are involved in land management and implemented new natural resource exploitation patterns.

Copyright : Christophe Demichelis 2021

Photo 4.1: Wet herbaceous savannah with a forest patch in the background, characteristic landscape of the study area.

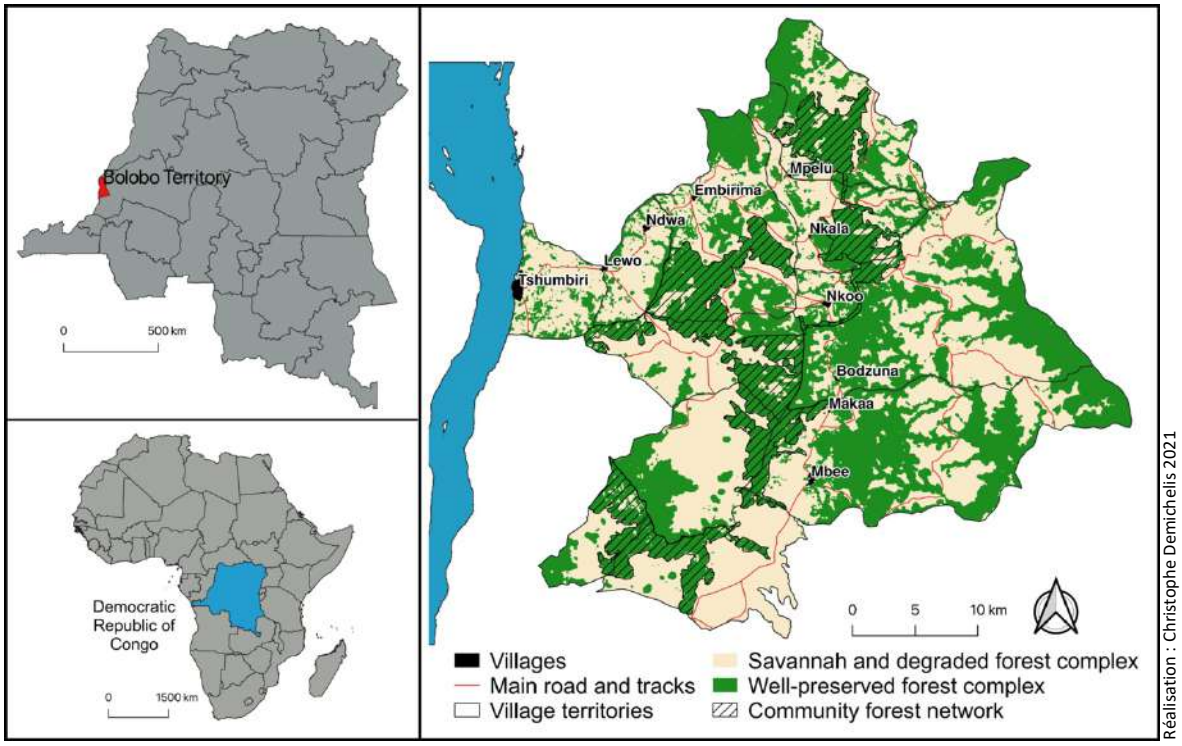


Figure 4.1: Study site (North Batéké Chiefdom, Democratic Republic of Congo).

3.1.2. History and economy

The present study addresses the relationship between localized human mobility, land use, and land cover over the past century. This mobility and shifting land use has been embedded in a longer-term dynamic of movement and environmental exploitation, linked to processes of the region's integration into a global capitalist economy. Briefly, this region was deeply involved in a dynamic riverine trade in ivory and slaves in the 19th century, bringing wealth and political authority to local traders. Belgian colonization of Congo, however, effectively destroyed its importance (Harms, 1981). Following Henry Morton Stanley's travels through the Congo basin in 1877, Belgian commercial interests (notably the Belgian King Leopold's International African Association) spearheaded a series of treaties with local rulers to initiate trade in ivory; subsequently, this part of the Congo basin experienced an influx of European commercial interests, which decimated locally-controlled trade. European incursions also catalysed violent conflicts with regional inhabitants who sought to safeguard their control of the trade. Such conflicts resulted in violent reprisals, resulting in mass out-migrations into French-controlled territories (Vansina, 1973; Harms, 1981). Although elsewhere in the central Congo Basin, Leopold's concessionary company, the Congo Independent State, had asserted initiated a brutally exploitative system of rubber extraction and coerced local populations to harvest rubber, the Tshumbiri and Bolobo regions appear to have been less affected by this "red rubber" regime because they fled to French-controlled territories (Harms, 1981). By 1909, new

local trading patterns developed based on fishing, manioc cultivation, and by 1920, poultry and goat raising, linking mobile traders from the inland forest-savannah mosaic with riverine trade networks (Harms, 1981).

The twentieth century brought additional changes to this region of the Belgian Congo. The colonial consolidation of scattered populations into larger villages, censuses, and colonial road construction, as well as missionisation and school construction followed during subsequent decades (Arthur, 1991; Achberger, 2013). These colonial developments and institutions initiated new settlement patterns and new kinds of mobility. Moreover, these new mobility patterns here as elsewhere in central Africa seem to have contributed to expansion and transmission of sleeping sickness, to which the Belgian colonial state responded through multiple measures, including mobility controls on local population (Coquéry-Vidrovitch, 1972; Harms 1981; Lyons, 1994).

The country's postcolonial history has been well documented, but generally, early independence was beset by substantial political and economic instability and considerable international intervention (Moreau, 2010; De Witte, 2017; Kent, 2017). Under Mobutu Sese Seko, private enterprises were nationalised, but encouraged a "kleptocracy", in which Mobutu and his allies extracted wealth from these enterprises for personal gain (Moreau, 2010; Bobineau, 2016). Heavily supported by European countries and the United States, Mobutu managed to hold power for multiple more than two decades, but external support for his rule crumbled rapidly following the fall of the Soviet Union in 1989. He held power 1997, but his rapacious extraction of wealth had profoundly negative consequences for the country as a whole. Nonetheless, during this postcolonial period, the site in which the present study was conducted did experience fleeting moments of economic expansion, notably in the 1970s with the expansion of family-cultivated coffee production, and in the late 1990s-early 2000s, with the implantation of the MMT and WWF conservation NGOs.

3.2. Data collection

Qualitative and quantitative data were collected during a three-month field visit between July and October 2016, and a six-month visit from May to November 2017 (Demichelis, 2020).

3.2.1. Qualitative data

Three methods were employed to collect qualitative data: focus group discussions (FGD), individual interviews, and archival consultation. FGDs and individual interviews were conducted and recorded in the Etio language with the assistance of a trained translator, and authors transcribed the recordings.

Eighteen FGDs in nine villages were conducted. These nine villages included all villages in the study area, except for Makaa, deemed too small to support two FGD. Single-gender FGDs, which brought together eight to ten men or women between ages 18 and 90, were conducted. FGDs addressed histories of village mobilities. Dating of mobilities was approximated through links to historical or personal events. Group discussions identified causes of these mobilities.

Further investigation of mobilities was pursued through 40 individual interviews with primarily elderly people, widely recognized as well-informed about the past. Individual interviews addressed village mobilities in the distant and/or more recent past, changing environmental practices, as well as other historical topics about which informants were knowledgeable.

The Africa Archives of the Federal Public Service of the Foreign Affairs Service in Brussels was also consulted to triangulate with FGD and individual oral historical testimonies. Although few colonial reports exist for this territory and only cover 1930s and 1940s labour conditions, health system and agricultural production, a few of these sources confirm some testimonies collected in the field.

3.2.2. Geographical data

Following each FGD, each abandoned village was visited with a volunteer who knew its location. During the visit, a GPS landmark was collected. Individual interviews in which informants mentioned village mobility or an abandoned village not addressed during FGDs were also visited and GPS landmark noted.

Daily participant-observations of land use practices also resulted in the collection of GPS landmarks for abandoned villages. Although regional inhabitants did not know the dates associated with these villages, they easily recognized the villages because of vegetation structure and composition and because historical knowledge transmitted over generations about these sites.

A total of 44 abandoned villages were identified, primarily located near the currently-inhabited village of Bodzuna.

3.2.3. Botanical and land use data

Concurrent with geographic data collections, some botanical data in sites of former villages were also collected. Informants shared knowledge of dominant herbaceous and tree species. Species names were noted in Etio language and written using Lingala pronunciations. WWF and MMT agents experienced in conducting botanical inventories

assisted with scientific identification of these species. Informants also detailed current or past use of the site.

3.3. Data analysis

3.3.1. History and typology of village mobilities

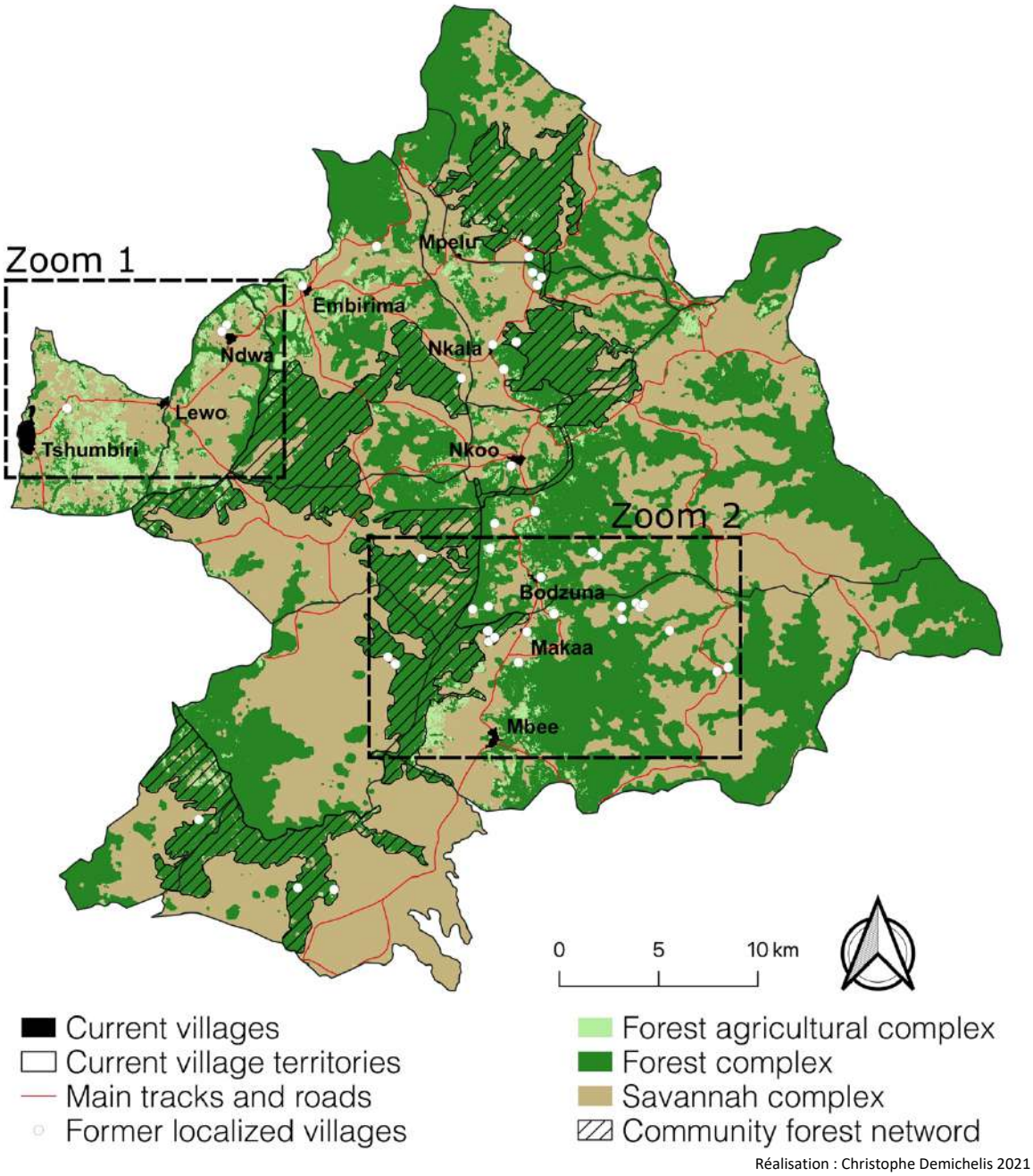


Figure 4.2: Locations of all identified former villages in the study area and targeted zooms.

We combined qualitative, historical data and geographical data by creating maps using a GIS (QGIS). Spatial projection of all GPS landmarks onto a general regional map provided a global vision of former village locations (Figure 4.2). All dates, spatiality, and causes of

past mobilities were analysed for this study, but for practical reasons, only two zooms have been detailed here. These zooms reflect all types of mobilities observed within the study area. The first zoom shows mobilities of Tshumbiri, Lewo and Ndwa, and the second shows mobilities of Bodzuna, Makaa and Mbee/Nkuru. According to these results, a typology of village mobilities based on causes and periods has been developed.

3.3.2. Statistical analysis

Two types of categorisations of former villages were carried out following analysis of historical and geographical data. The first categorisation classifies mobility into five historical periods according to results concerning the typology of mobilities and their causes: (i) before 1925, corresponding to scattered villages before Belgian colonisation, (ii) between 1925 and 1935, corresponding to villages after the sanitation phase, grouping scattered villages into larger ones, (iii) between 1935 and 1945, corresponding to villages grouped next to the road, (iv) between 1945 and 1960, corresponding to villages voluntarily abandoned during late colonial rule but following the two grouping phases, and (v) after 1960 corresponding to villages abandoned after independence. The second categorisation classifies abandoned villages according to their distance to the closest active village related to the spatialisation of human activities around villages, especially agriculture that is directly linked to forest: (i) <1km, where forests are almost entirely allocated to agriculture, (ii) between 1 and 2kms, where cultivated fields are still plentiful with only a few residual forest patches, (iii) between 2 and 4kms, where cultivated fields are progressively fewer and forest cover still largely preserved, (iv) between 4 and 8kms, where few village inhabitants and breeders are opening up agricultural fields near their farm settlements, and (v) >8kms, where agricultural activities are normally absent.

Two Principal Component Analysis (PCA) were performed using R software. The first evaluated the impact of the date of mobility (that is, the date when the village moved to a new site) on landscape structure, specifically forest cover. The second assessed how former village location and distance from the closest active village influenced both current landscape structure and population uses.

PCAs were based on data from a land cover map developed from remote sensing analysis with a 2017 Sentinel-2 satellite image (Figure 4.3). This map categorizes the landscape into 11 different classes according to a hybrid categorization based on the field surveys that accounted for structure and botanical composition and local perception of the landscape. The methodology used to produce this map, as well as the description of landscape classes, can be found in a previously published article (Demichelis *et al.,* 2020).

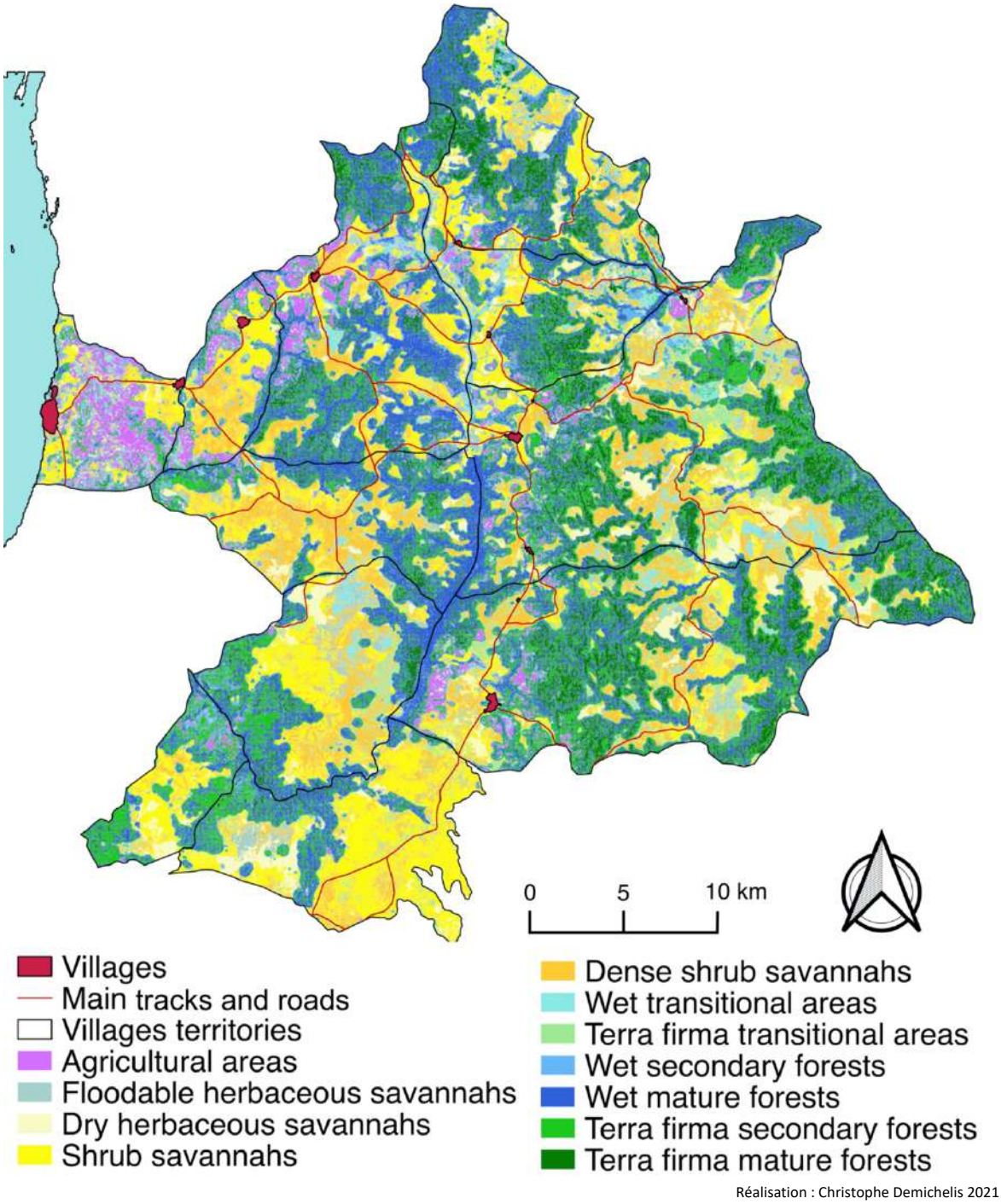


Figure 4.3: Land cover map of study area based on a 2017 Sentinel-2 satellite image and used to realize PCAs (Demichelis *et al.,* 2020).

Current villages measure only a few hundred meters in radius: 75m-radius for Makaa, the smallest in the area, compared to 400m-radius for Mbee, the largest one; Tshumbiri is not mentioned because of its particular location along the river. Moreover, current villages have undergone two phases of regrouping and a significant demographic increase since independence and the last mobilities even if no data are available. Their situation is different from that of the former villages and thus cannot be compared. In fact,

abandoned villages before colonisation most correspond to isolated and scattered villages, mainly family villages, which could be compared to the current Makaa village -- a small village that experienced no colonial regrouping (13 households counted). Concerning villages that were regrouped, they became larger but did not reach the size of the present Mbee village. In this sense, a 250m-radius buffer zone, an average radius between the current Makaa and Mbee villages, was applied around each abandoned village to consider how the landscape evolved since moving, and the percentage of each landscape class was then determined for each buffer zone. A small buffer zone was chosen to focus exclusively on the evolution of the formerly inhabited area. GPS landmarks were taken in the centre of the former villages, as indicated by field informants. Then, percentages of each classes were aggregated. The first PCA used five categories to study the impact of the date of mobility: (i) herbaceous savannahs, (ii) shrub savannahs, (iii) transitional areas (area of savannahs colonised by pioneer forest species and evolving towards a forest state), (iv) terra firma land forests and (v) wetland forests. Agricultural areas were included in terra firma land forests, because swidden agriculture is practiced in such forests. For the second PCA, agricultural areas were removed from the terra firma land forest class, since we sought to understand the relation between territorial exploitation and landscape structure, with distance as an explanatory variable. The second analysis of the influence of distance on landscape composition relied on six land classes: (i) herbaceous savannahs, (ii) shrub savannahs, (iii) transitional areas, (iv) agricultural areas, (v) terra firma secondary and mature forests and (vi) wet secondary and mature forests.

4. Results

4.1. Local migration histories

Although beyond the scope of the present analysis, recent mobility is part of a much longer-term, centuries-old history of Batio migration. According to oral histories, population movements resulted from multiple conditions: colonial relocations (called *regroupement*) for the establishment of colonial control; exhaustion of ecosystem resources and a subsequent search for new resources; adverse ecological conditions, and perceptions that particular sites were “unhealthy” for their inhabitants.

4.1.1. Mobility histories of current villages

Figures 4.4 and 4.5 present known village mobilities from the 19th century to the present, based on recollections collected in FGDs and interviews. Figure 4.4 illustrates past movements of Tshumbiri, Lewo and Ndwa villages.

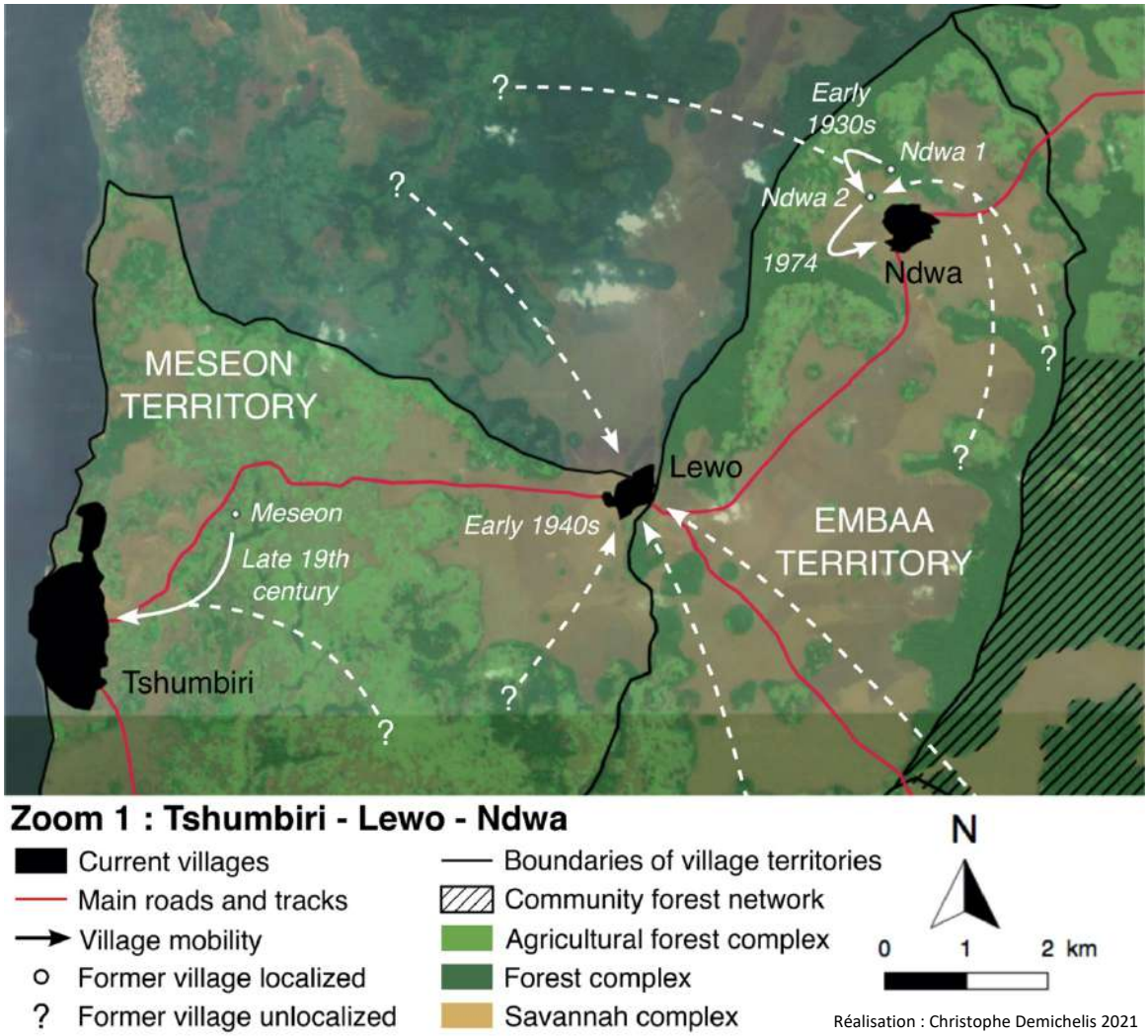


Figure 4.4: Mobility histories of Tshumbiri, Lewo and Ndwa villages.

Tshumbiri history

According to collected oral histories, 19th-century Banunu people inhabited sites along the Congo river edge; Batio people lived on hilltops, further inland. At the end of the 19th century, a Protestant missionary consolidated the Nunu village Tsomba and two Téké villages to create the village of Tshumbiri. According to Tshumbiri elders, "*The inhabitants were a little scattered, so they* [the missionaries] *asked everyone to come closer to the Nunu village, and they changed the name* [of the village] *to honour the creator of the village Nunu* [Tsumba]*, and it became Tshumbiri.*"

Although Tshumbiri's location did not change since its founding, its position contributed to its expansion as a market town connecting riverine traffic with a network linking villages in the interior. As an FGD with Tshumbiri elders indicated,

> *The period of creation* [of the road] *was around 1940, 1941, 1942. But before then, there were Portuguese traders and Africans too, [who] sold salt, pots, pieces of cloth, soap, all kinds of items. People living here sold kola nuts, palm nuts and fibre to make bags. We also sold* [ivory] *secretly…But after independence, the region became truly multi-ethnic.* [People from other ethnic groups] *came here… to trade. They found that the environment was rich, that there were many resources and land and that they could make many purchases, but also that there were many customers.*

Lewo history

Oral historical sources contend that Belgian colonial administrators created Lewo in the early 1940s, following road construction. Its creation consolidated scattered clan villages, situated them next to the road. According to a focus group with Lewo elders, Belgian administrators "*grouped* [the small villages] *on the roadside so that they [Belgians] can have access to rubber and cotton,* […] *to be able to sell them and have the financial means* [to pay taxes]." As elsewhere in central Africa, this colonial practice of regrouping facilitated tax collection and population control.

Ndwa history

Ndwa is composed of two villages: Ndwa 1, which existed prior to Belgian colonial rule, and Ndwa 2, created in the 1930s from several villages that colonial administration consolidated next to what would become the road. A focus group of Ndwa elders described the reasons for the village regrouping, explaining that the colonial administrators

> *Told people who were far away that we had to move closer together to form a large village. It was really the state's injunction. The state didn't want to have people too far away, too isolated. They said that it was for health reasons. If a woman was pregnant, it would difficult to receive treatment if you are far away. But also the mortality of men. We had to regroup, because it is not good to live in a bad place.*

In 1974, village opted to move to its current site to be closer to the road, but also to escape from soil erosion problems, from which its prior site suffered.

Figure 4.5 summarizes mobilities of Bodzuna, Makaa and Mbee villages. Red sites designate abandoned clan villages, founded prior to colonization according to oral historical testimonies and currently recognizable by the abundant oil palms that continue to grow there.

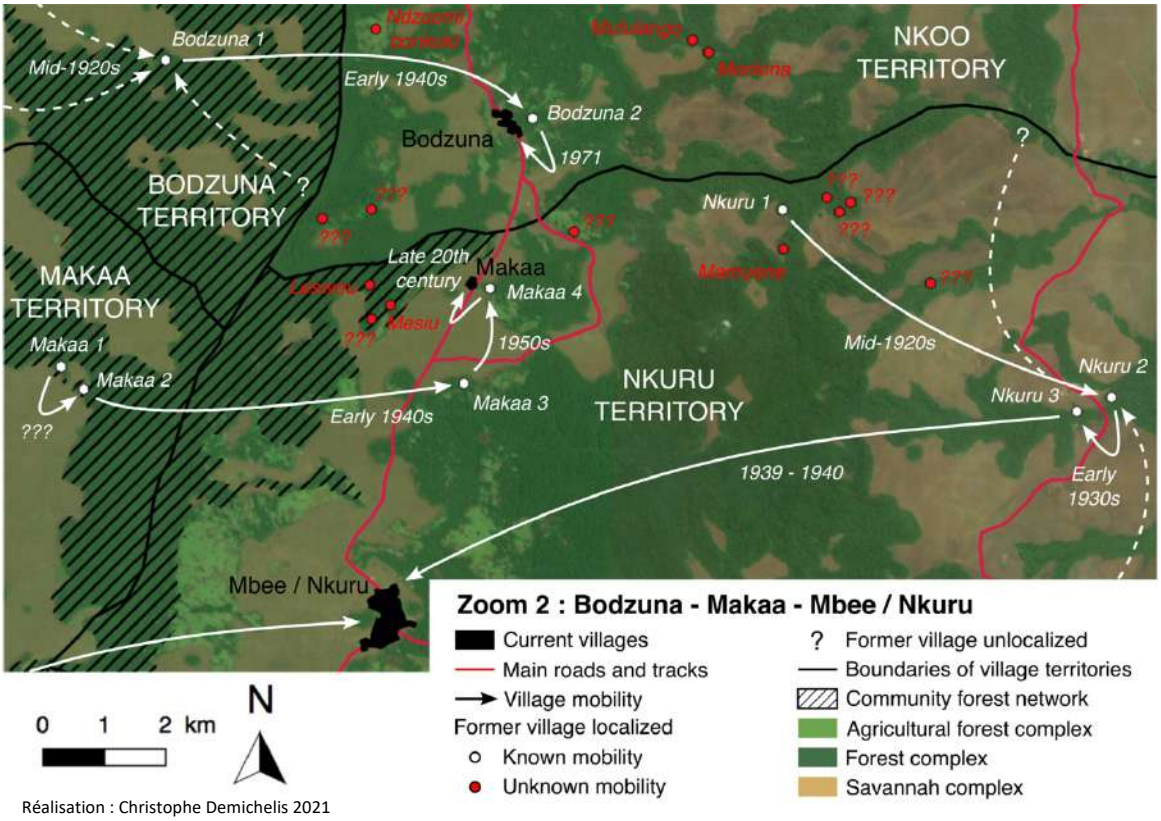


Figure 4.5: Mobility histories of Bodzuna, Makaa and Mbee / Nkuru villages.

Bodzuna history

The village Bodzuna 1 resulted from the consolidation of the clan village Bodzuna with several other clan villages in the mid-1920s. In the 1940s, as Belgian colonial authorities sought to impose greater control over its subjects by locating them closer to roads, Bodzuna village was relocated to Nkoo clan lands. According to an elderly farmer and merchant,

The old Bodzuna [Bodzuna 1] *was a small village that was grouped together with other small villages. It was there before I was born. The reason that inhabitants settled here* [Bodzuna 2] *was because of the road. The Belgian colonial power asked us to leave to settle along the road*.

In 1971, in the wake of forest expansion into the zone of human settlement, the population decided to move a few hundred meters to create the current village. Although the current village still must cope with forest expansion, its population continues to exploit the abandoned village site for palm nuts and cultivation. People use fire to keep forest growth from encroaching on village spaces.

Makaa history

Makaa 4, currently situated on the road near Bodzuna, is the consequence of several Makaa village relocations. Makaa 1 is the oldest recalled village, which seems to have existed at the end of the 19th century. Following the clan leader's death in this village, his son assumed his position, creating Makaa 2 few hundred meters away. No precise period was mentioned for this migration, but it is possible that it took place before or during the colonization. In the early 1940s, the colonial administration catalysed another village relocation next to the road, creating Makaa 3, but a decade later, the village moved again because of sorcery accusations, resulting in the creation of Makaa 4. As a 50-years old man described the reasons for this last relocation,

> *the roosters no longer crowed, the crops were poor and the women no longer gave birth. The Makaa clan is in charge of the Nkira Mbali* [the spirit protector of all the Batio of the chiefdom] *so the clan perceived these evils as a malediction for having left its ancestral lands. The clan chief then bought part of the Nkuru clan land and created a new Makaa* [Makaa 4] *on it.*

The village has moved incrementally a few hundred meters to position itself next to a small road.

Nkuru history

Nkuru village no longer exists, but its abandoned sites have taken on environmental features in collective memory. According to oral historical testimonies, the first village (Nkuru *Mulilansie*, named for a nearby river) was initially consolidated with several other clan villages, probably sometime in the 1920s, when it was known as Nkuru *ebu* ("Nkuru hole"). According to one elder, the dispersal of small-scale villages provided Belgian colonial authorities with justification for this consolidation, and presumably to distance populations from specific ecologies that facilitated reproduction of Glossina spp., the sleeping sickness vector. To facilitate sleeping sickness screening and control, Nkuru was regrouped with other clan villages Mongwoli and Mamuene to create Nkuru 2 (Nkuru *ebu*), although local historical accounts indicate that this relocation precipitated resistance from local population against colonial subjects, leading colonial authorities to burn inhabitants' houses to force their migration.

In subsequent years, the village voluntarily moved a few hundred meters to escape repeated floods of its prior location (Nkuru 3, Nkuru *mona,* meaning dry or hill). Finally, in the early 1940s, colonial administrators consolidated the village with that of Mbee and relocated the resulting settlement near a road forcibly constructed by local labour, but Mbee's road conditions were poor because of its proximity to swamplands.

4.1.2. Archival evidence for village mobilities

In certain instances, the Africa Archives of the Federal Public Service of the Foreign Affairs Service in Brussels provide additional evidence for colonial village mobilities. Annual reports[2] show that both Mbee and Mpelu villages moved in 1937. Administrators attributed this relocation of Mpelu to environmental conditions, namely seasonal high humidity and cold that the village suffered because of its proximity to herbaceous flood savannah, confirmed by informants during FGDs. Mpelu was then consolidated with other villages, prior to road construction in 1941. In addition, a hand-drawn map found in the *Annual medical report* from the Mushie medical service (dated from 1940), documents new village locations following "sanitation" regrouping and corresponds well with oral historical testimonies of Mbee and Bodzuna. Nkala (integrated with Nkoo at the time) and Lewo (not yet in existence, according to oral testimonies) are both absent from the map.

4.2. Impact of village mobilities on landscape dynamics

4.2.1. Date of mobility and land cover composition

First, the influence of the date of mobility on land cover composition was investigated. Figure 4.6 shows PCA results which classified villages according the date of mobility and land cover composition in a 250-meter buffer zone surrounding GPS landmarks.

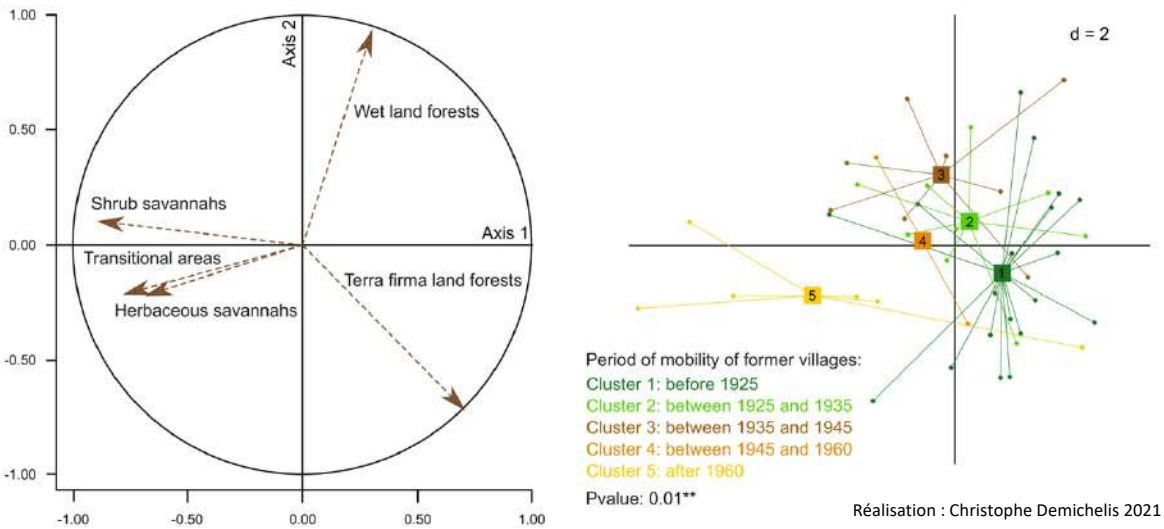


Figure 4.6: PCA based on date of village mobility and land cover (Monte-Carlo test, p-value 0,01**)

The PCA shows significantly (Monte Carlo test, p-value 0,01**) that the date of mobility directly influences landscape structure and composition. The first two components count

[2] Annual report of *indigenous affairs and labor, section B, chapter XXI,* 1937, 1941

for 77.63% of the variance (44.22% for axis 1, and 23.21% for axis 2). Axis 1 is positively influenced by terra firma forest land and to a lesser extent, wet land forest, and negatively by herbaceous savannah, shrubby savannah and transitional areas. Similarly, axis 2 is positively influenced by wet land forest and negatively by terra firma forest land. Axis 1 thus provides information on forest cover, and axis 2 on soil humidity. According to the cluster distribution on axis 1, then, older villages are most colonized by forest.

4.2.2. Distance to current village and land use

Another PCA was conducted, which linked the distance of abandoned villages to the nearest current village with land cover. Results are contained in Figure 4.7.

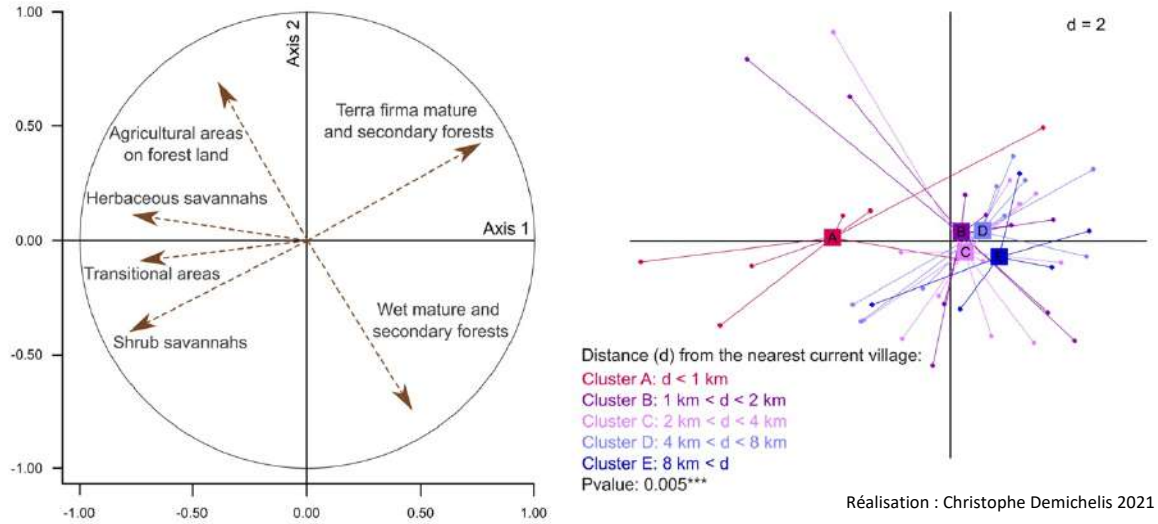


Figure 4.7: PCA based on the distance of abandoned villages from nearest current village and land cover (Monte-Carlo test, p-value 0,005**)

The PCA shows that the distance between abandoned and current ones has a significant (Monte Carlo test, p-value 0.005**) influence on landscape structure. The first two components account for 66.39% of the variance (43.73% for axis 1, 22.66% for axis 2). Terra firma and wet forests positively influence Axis 1, which in turn is negatively influenced by herbaceous and shrub savannahs, transitional areas, and agricultural fields. Axis 2 is positively influenced by terra firma forest land (secondary and mature forests and agricultural fields) and similar to the PCA above, negatively by wet mature and secondary forests. Hence, axis 1 provides information on forest cover and axis 2 on soil humidity. According to the distribution of groups on axis 1, abandoned villages closest to current villages are the least forested, and most exploited for agriculture. (Photo 4.2) This dynamic is in play primarily for abandoned villages under one kilometre away from current villages. Conversely, the most distant villages seem to be those with the most developed forest cover, so that resource exploitation appears to decrease as distance increases. Moreover,

the distribution of the groups on axis 2 does not show a correlation between distance and humidity; all groups are distributed along axis 1.

Photo 4.2: A woman cultivating maize on the site of the former village *Ndzuomi bonkolo* (see Figure 4.5), near the current village of Bodzuna.

4.2.3. Land use and land cover change following mobility according oral histories and botanical data

Oral testimonies and focus groups indicate inhabitants entirely or partly abandoned their former villages following relocation, leading to three possible land covers.

First, where inhabitants had previously planted many fruit trees and oil palms, people would return to abandoned villages to exploit these trees. In such cases, secondary forest coverage, characterized by pioneer forest species and oil palms, would persist in a relatively stable state.

Second, once-cultivated lands near abandoned villages could eventually revert to forest, which in turn expanded into the former villages themselves. The term *efuna kuba* in Batio language elucidates this phenomenon. Although this term has no direct translation, it expresses this process of forest colonisation of former villages following inhabitants'

abandonment of a village. These abandoned villages overtaken by forest are identifiable in the landscape by the presence of oil palms. As one elder explained, “where these oil palms trees were have turned into forest. All places where oil palms grow are abandoned villages, which are now forest.”

Finally, although forest may have colonized abandoned villages, people could return to these sites to cultivate fields because they considered the land to be fertile. Note that if former villages are completely abandoned and no agricultural activity takes place there, oil palm trees tend to decrease in number over time and eventually disappear. Thus, traces of ancient villages may disappear over time, supplanted by a mature forest resembling the rest of the forest network.

Figure 4.8 illustrates these three possibilities according botanical data collected in former villages: (i) Stationary secondary forest with oil palm; (ii) Mature forest with oil palm; and (iii) Cultivated forest.

Figure 4.9 highlights how village mobilities shaped landscape dynamics, specifically in expanding the forest.

Finally, forest colonisation of abandoned villages is understood not only as an ecological process, but also a social and historical one. Not only did it involve the cultivation of a valued tree and result from village mobility, but some forest regrowth could be named for past people. The forest patch Nzamatoro, for instance, was given the name of a respected elder who had been buried in his house prior to the village relocation.

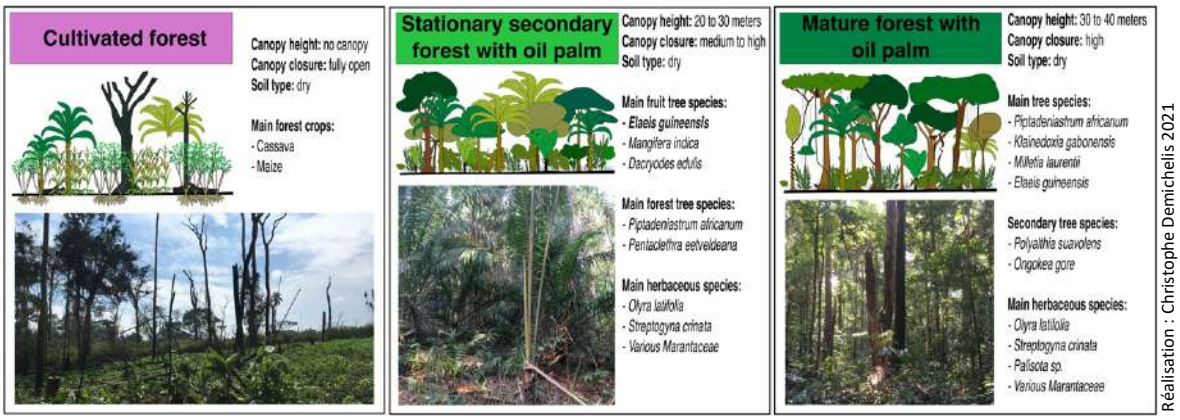


Figure 4.8: Three possible landscape changes following village abandonment and forest colonisation

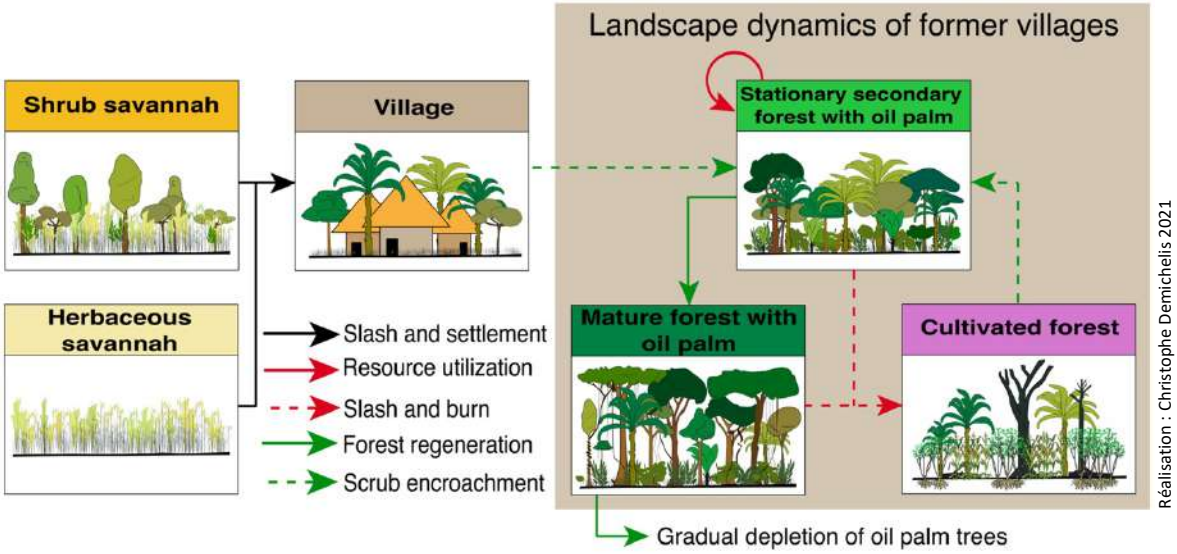


Figure 4.9: Landscape dynamics after village settlement and abandonment

5. Discussion

This study brings together oral historical knowledge of village mobilities from the late 19th century to the present, some confirmatory archival evidence, and the development of a GIS to evaluate the consequences of human mobility for land cover. Our analyses illustrated changing village mobility within the Bolobo territory from the late 19th century to the present.

5.1. Local history of village mobility linked to oral testimonies

Past changes within small-scale, mobile African societies can be contained in oral histories. The present study relies on recalled experiences of informants as well as stories of mobilities that they heard from older generations. There was unifying pattern in the abandonment of villages or the resettlement of others single reason for mobility during the study period. The study found village mobility took place for multiple reasons from the late nineteenth century. Oral histories suggested that there were two main drivers of village mobility. The first is linked to a common practice of Belgian colonial rule, to consolidate populations and establish colonial control (elsewhere, see Pourtier, 1986; Rupp 2011). The second driver concerns human populations' response to environmental conditions, namely to escape adverse ecological, climatic and health conditions, due to sorcery, the presence of sleeping sickness vectors, flooding and depleted resources.

Oral historical sources were used in most cases to document where, when, and why villages moved. However, historical recollections can be faulty (Giles-Vernick, 2002) because of selective recollection and transmission of past events, people and processes. In fact, it can be difficult to determine the precise date of a past event with only oral

sources. For example, the claim that missionaries facilitated the creation of Tshumbiri is inaccurate; Robert Harms, who collected genealogies, oral histories and archival evidence in the region in the 1960s and 70s, finds that Tshumbiri was likely established between 1800 and 1840 as a consequence of an expanding ivory trade (Harms, 1981). Yet triangulation with other complementary sources (Owens *et al.,* 2009; Caquard & Joliveau, 2016) -- limited archival evidence available, ecological observations with recording of GPS points -- allow some certainty about where abandoned villages were located in relation to current ones. Although triangulate data from different sciences and methods may pose challenges, it can also be a strength: multiple sources limit the bias associated with oral historical data and permits an analysis of the consequences of past mobility on landscape dynamics over time, without the need for exact dating of events.

5.2. Implication of village mobility in landscape dynamics

Forest cover expanded into abandoned villages and the savannahs, the consequence of environmental eutrophication facilitating forest establishment. PCA analyses indicate that older villages were most colonized by forest and that forest exploitation decreased with distance from currently inhabited villages. There was no real correlation between soil humidity and composition and date of village mobility. Villages frequently resettled on dry savannah, but with a water source (river) in proximity. This repeated settlement pattern presumably facilitated the development of terra firma for settled villages and wet forests on village outskirts along rivers.

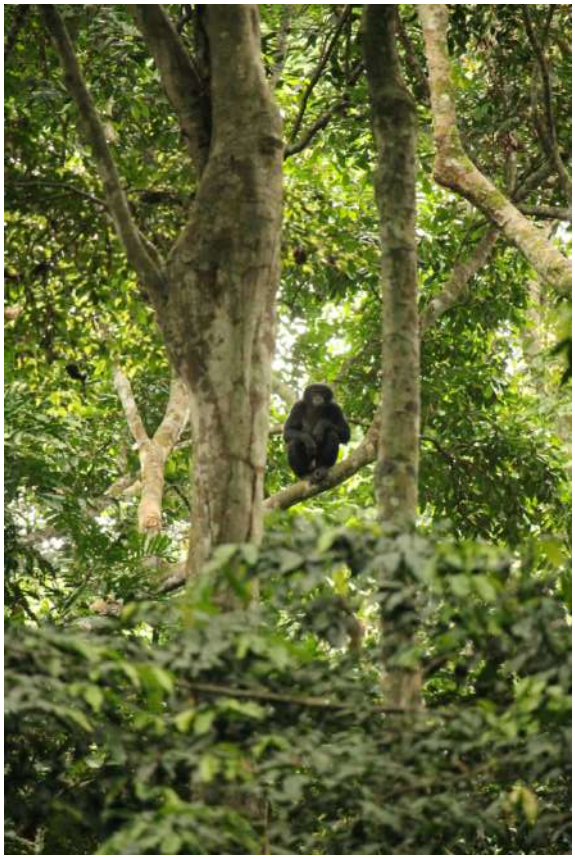
What is striking about this multidisciplinary analysis of village mobility and landscape change is that the results show multiple possible landscape changes over time, and that village mobility does not necessarily lead to deforestation. A process of eutrophication of the environment can be suggest here: by inhabiting new village sites and planting fruit trees, people enriched soils, and possibly attracted avifauna species which by zoochory would have facilitated seed spreading. In abandoning villages, people facilitated the establishment of pioneer forest species on soils favourable to their development, leading to the creation of a new forest. This creation of forest through human practices has been noted elsewhere in Africa. Fairhead and Leach (1996), for instance, found that people in Guinea were mainly responsible of the creation of forest islands. De Foresta (1990), in studying the Mayombe savannah dynamics elsewhere in DRC, also highlighted the colonisation of savannahs by the forest over the last centuries, hypothesizing that a strong past human occupation facilitated the installation of Marantaceous forests. Similarly, in Sierra Leone, the existence of forest patches around ruined villages has been highlighted, which now form a greater forest cover than the surrounding forests (Nyerges & Green, 2000).

In the Bolobo Territory, Batio people have participated in forest colonization of savannahs, so that human presence has been favourable to the maintenance of forest cover, even in this fragmented ecosystem, and by implication, of bonobos living in forest patches and protected by NGOs MMT and WWF. It is true that certain zones here are heavily influenced by human activities, particularly the outskirts of current villages where agricultural production is most intense. Others, however, initially "seeded" by human activities (fruit tree planting), have been abandoned and left largely to ecological processes. In the absence of village mobility, this situation runs a high risk of overexploitation of resources around villages, which negatively affects supply services, including wildlife.

5.3. Contributions to conservation and development programs

Conservation NGOs working in this region have shaped governance of resource use and landscape dynamics, but can also learn from the insights produced by the present analysis. These NGOs are primarily concerned with environmental and species (notably bonobo; Photo 4.3) to maintain the integrity of ecosystem services, as well as the promotion of sustainable development. MMT has not only conducted campaigns to conserve local practices of not hunting bonobos, but has also created community forests, which bar certain extractive human activities (Narat *et al.,* 2015b; Narat *et al.,* 2015c). This governance of forest and wildlife use is complemented by the development of ecotourism, and thus activities to benefit local populations and reduce anthropic pressure on the environment. This "integrated conservation and development" has long been an approach practiced by NGOs, but its effects can be far-reaching, affecting livelihoods, and socio-cultural and political relations (Albers & Grinspoon 1997; Agrawal & Ostrom 2001; Panusittikorn & Prato 2001; Wilshusen *et al.,* 2002; Jim & Xu 2003; Roth 2004; West, 2006; West *et al.,* 2006).

In suggesting that past village mobilities have contributed to forest expansion, our study reveals that movement and environmental exploitation is not uniformly destructive in African forests. This analysis also suggests that contemporary sedentarization of village settlements may place greater pressure on existing resources in proximity to villages. NGOs would do well to heed these past dynamics and risks, and to work closely with local populations to find ways of reducing stress on ecosystems within adversely affecting local livelihoods. Developing alternative economies that simultaneously protect the environment and respect existing human practices would be necessary to limit this pressure on forest ecosystems. Thus, the habituation of bonobo communities by the MMF and WWF in a way to develop ecotourism would be one a good starting point. It could make possible the development of a local service economy rather than an extractive one.



Copyright : Christophe Demichelis 2021

Photo 4.3: Adult male bonobo observed in the Bodzuna community forest (left) and Mbou-Mon-Tour tracker taking observation notes (right) as part of the habituation, conservation and local development program

6. Conclusion

This study sought to investigate the influence of past village mobilities on the structure and dynamics of the forest-savannah mosaic of the North Batéké Chiefdom in DRC. Bringing together oral historical testimonies, geographical analyses and botanical data of past and current village sites, the results suggest that Batio peoples in this region of DRC have largely contributed to forest expansion over time. At the same time, contemporary sedentarization of these inhabitants has encouraged intensified and localized exploitation of resources. Inhabitants shifted from pursuing relatively homogenous resource exploitation from scattered villages to a more heterogeneous resource exploitation located around larger and regrouped villages. This current, concentrated exploitation is risky, both for protected bonobos, but also for biodiversity and for human livelihoods. NGOs and local populations must work together to develop programs that protect bonobos and biodiversity and foster human livelihoods on this forest edge.

5

ANALYSE DES FRONTS DE DEFORESTATION AU PRISME DES TERROIRS VILLAGEOIS

Cette partie est dédiée à tous les habitants de Bodzuna qui m'ont accueilli dans leur village comme l'un d'entre eux, et tout particulièrement le Professeur Mamy et sa famille qui sont devenus pour moi un deuxième foyer.

Copyright : Christophe Demichelis 2021

Partage de la viande à l'issue d'une journée de chasse au filet

1. Préambule

Cette cinquième partie s'intéresse à l'organisation spatiale des activités humaines en périphérie des villages, définissant le terroir villageois, ainsi qu'aux facteurs de cette organisation. Dans un deuxième temps, la variabilité locale inter-villages et ses conséquences sur la structure paysagères et les dynamiques de déforestation sont abordées. Ces différents points ont été étudiés en croisant des données issues de relevés de terrains géoréférencés, mais également d'enquêtes socio-économiques sur la base d'ateliers participatifs, le tout confronté à des données issues de la télédétection et en partie analysées par le biais de la géomatique. Un modèle théorique du terroir villageois a été produit, présentant un modèle d'organisation concentrique des activités en périphérie des villages basé sur les distances maximales parcourues pour chacune d'entre elles. Ce modèle, bien que conceptuel, peut être généralisé à l'ensemble des terroirs villageois de la zone étudiée, à condition de l'adapter localement à la structure paysagère, et notamment à la disponibilité en forêts. Une variation des distances maximales a pu être observée entre les villages, notamment concernant l'agriculture, en raison de la démographie, de la disponibilité en forêts, de la présence de forêts communautaires à proximité des villages, mais également en fonction de l'intensité de l'agriculture de rente. Cette variabilité inter-villages a permis la mise en évidence d'une typologie villageoise directement liée à la composition paysagère des terroirs, et mettant en avant différentes situations socio-écosystémiques au sein d'une zone pourtant restreinte. Cela a permis d'identifier certains points chauds de déforestation, et à l'inverse des zones où le couvert forestier est très peu dégradé. Cette partie entend au final participer à éclairer les politiques locales en termes de développement et de conservation en leur permettant d'agir de manière intégrée à l'échelle même des villages, en tenant compte des différences locales sociales et environnementales. En s'appuyant sur le concept de terroir villageois, pourtant aujourd'hui largement délaissé au profit d'études régionales, cette étude entend mettre en avant toute la pertinence de réaliser des études locales, voire micro-locales, afin de mieux appréhender toute la complexité des relations entre les êtres humains et leur environnement dont l'empreinte est directement visible sur le paysage.

Cette partie du manuscrit a fait l'objet d'une soumission en français à la revue *L'Information géographique* en mars 2021, toutefois une réponse est toujours attendue au moment du dépôt du manuscrit : Demichelis, **C., Oszwald, J., Gasquet-Blanchard, C., Narat, V., Bokika, J. C. & Giles-Vernick, T. (2021). La déforestation analysée au prisme des terroirs villageois au sein d'un paysage de mosaïque forêt/savane, République Démocratique du Congo, *L'Information géographique*** (soumis en mars 2021)

2. Introduction

Concilier développement humain et protection de l'environnement est un enjeu majeur de nos sociétés actuelles auquel il est bien souvent difficile de répondre. La déforestation est l'une des nombreuses conséquences de cet équilibre encore bancal, le développement économique primant bien souvent sur l'environnement, et ce d'autant plus dans les pays émergents (Obringer, 2007 ; Demaze, 2008). En ce sens, la déforestation dans les forêts du bassin du Congo est devenue une préoccupation majeure au cours des dernières décennies, ce qui a entraîné la mise en œuvre d'approches de grande envergure pour conserver les paysages, les écosystèmes ou les biens et services rendus par ces derniers (Lambin *et al.*, 2003 ; Lambin & Meyfroidt, 2011 ; Clay, 2016 ; Windey & Van Hecken, 2021). Il est par ailleurs communément accepté que la déforestation est directement liée aux activités anthropiques, avec comme principaux facteurs explicatifs les effets de l'agriculture, l'extraction du bois et l'élevage, lesquels sont accélérés par les développements technologiques, l'expansion économique et la pression démographique (Gillet *et al.*, 2016). Alors que la plupart de ces études considèrent de vastes zones géographiques (Duveiller *et al.*, 2008 ; Vittek *et al.*, 2014), il est ici proposé d'analyser ces facteurs à l'échelle locale, au sein d'une mosaïque forêt/savane d'Afrique Centrale. En ce sens, le terroir villageois, niveau de gestion collective de la terre dont l'importance est reconnue (Couty, 1992), a été retenu comme unité spatiale d'organisation des activités humaines.

À noter que le concept de terroir villageois, purement francophone et n'ayant pas d'équivalent en anglais (Bassett *et al.*, 2007), peut être difficile à appréhender. Il peut d'une part représenter une identité culturelle territoriale empreinte de subjectivité, et d'autre part définir un système productif caractérisant de manière plus objective la matérialité du tissu géographique. Dans les deux cas, il n'en est pas moins un outil d'analyse efficient du développement d'une portion de territoire (Prévost *et al.*, 2014). Cette recherche s'intéresse au mode d'accaparement et d'exploitation des terres par la population et à ses conséquences sur le paysage, notamment en termes de déforestation. En ce sens, le paysage, tant dans sa composition que dans sa structure, apparaît directement lié aux modes d'aménagement de l'espace à l'échelle du terroir villageois (Dubiez *et al.*, 2013). Cette étude se déroulant dans un contexte rural africain avec une forte dépendance des populations locales aux ressources naturelles pour leur subsistance, le terroir villageois a été définit comme « la portion de territoire appropriée, aménagée et utilisée par le groupe qui y réside et en tire ses moyens d'existence » (Sautter & Pélissier, 1964). Le concept de terroir apparaît donc pertinent afin d'étudier les relations humains-milieu à l'échelle locale, et mérite d'être reconceptualisé et réintroduit comme objet de recherche. Pour cela, la définition du terroir villageois fait largement écho à un

concept plus récent, celui de socio-écosystème, ou *socio-ecological system* (Redman *et al.*, 2004 ; Liu *et al.*, 2007 ; Ostrom, 2009), définit par un système complexe composé de sous-systèmes sociaux et écologiques en interactions. Ces interactions, caractérisées par la notion de services écosystémiques, sont responsables de la dynamique spatio-temporelle du paysage (Demichelis, 2020). Ainsi cette étude présente une analyse des terroirs villageois d'après une approche socio-écosystémique de ces derniers, en se focalisant principalement sur la spatialité des services de production rendus par l'écosystème en périphérie directe des villages aux populations humaines.

Cette recherche entend regrouper différentes approches développées au fil du temps dans l'analyse des systèmes de production à l'échelle des terroirs villageois (Lericollais & Waniez, 1993 ; Tchotsoua *et al.*, 2009 ; Traoré & Le Bars, 2018). Ainsi, les données utilisées sont à la fois issues de levés de terrains géoréférencées, mais également d'enquêtes socio-économiques sur la base d'ateliers participatifs, le tout confronté à des données issues de la télédétection et en partie analysées par le biais de la géomatique via l'utilisation d'un Système d'Information Géographique (SIG ; QGIS). L'objectif est d'appréhender la notion de terroir villageois et ainsi d'identifier localement les portions de paysage les plus influencées par l'action humaine. En couplant ces résultats avec une analyse des facteurs responsables de la variation inter-villages du modèle d'organisation spatiale du terroir villageois, cette recherche s'intéresse également à l'identification des points chauds de déforestation locaux actuels. Ainsi les résultats entendent alimenter les réflexions et les débats autour des modes d'utilisation des terres à l'échelle locale, et ce afin de garantir un développement humain tout en préservant d'une déforestation future le paysage de la zone d'étude.

3. Matériels et méthodes

3.1. Site d'étude

Cette étude a été conduite au sein de la chefferie des Batéké Nord, dans le Territoire de Bolobo en République Démocratique du Congo. Le paysage local s'articule autour d'une mosaïque forêt/savane située à la lisière de la forêt du bassin du Congo (Pennec *et al.*, 2016). Cette zone tropicale humide connaît quatre saisons : une grande saison sèche de la mi-mai à la mi-septembre ; une grande saison des pluies de septembre à janvier ; et d'une courte saison sèche de janvier à mars, suivie d'une courte saison des pluies de mars à mai. Entre mai 2012 et mai 2013, les précipitations annuelles ont été de 2387 mm (Narat *et al.*, 2015a). Entre mai 2012 et avril 2014, la température moyenne à 7 heures du matin était de 22,6 °C (Pennec *et al.*, 2016). Située à moins de 300 km de la capitale Kinshasa, avec un accès direct par le fleuve Congo, la région est un fournisseur principal de produits

alimentaires agricoles pour la capitale, en particulier de maïs et de manioc, mais aussi de produits forestiers tels que les feuilles de *Gnetum africanum*, la viande de brousse et le charbon de bois.

La région est principalement peuplée par les Batio (appelés Batéké en lingala). Cette population vit essentiellement de l'agriculture et de la chasse, mais aussi de la pêche, de la cueillette et de l'élevage. La densité humaine moyenne dans la chefferie est d'environ 15 habitants/km^2, mais peut être beaucoup plus faible (<5) dans certaines parties du territoire.

Le site d'étude lui-même, d'une superficie d'environ 1200 km2 (2°27'S 16°14'E ; 2°55'S 16°41' E), a été défini par les limites des territoires villageois présents dans la zone d'action de l'ONG locale Mbou-Mon-Tour (MMT ; Figure 5.1). Depuis le début des années 2000, MMT coordonne un réseau de forêts communautaires afin de promouvoir la conservation des bonobos (*Pan paniscus*) et le développement économique de manière durable des populations villageoises (Narat *et al.*, 2015b). Au milieu des années 2000, le Fond mondial pour la nature (WWF) a rejoint MMT dans son projet de conservation des bonobos.

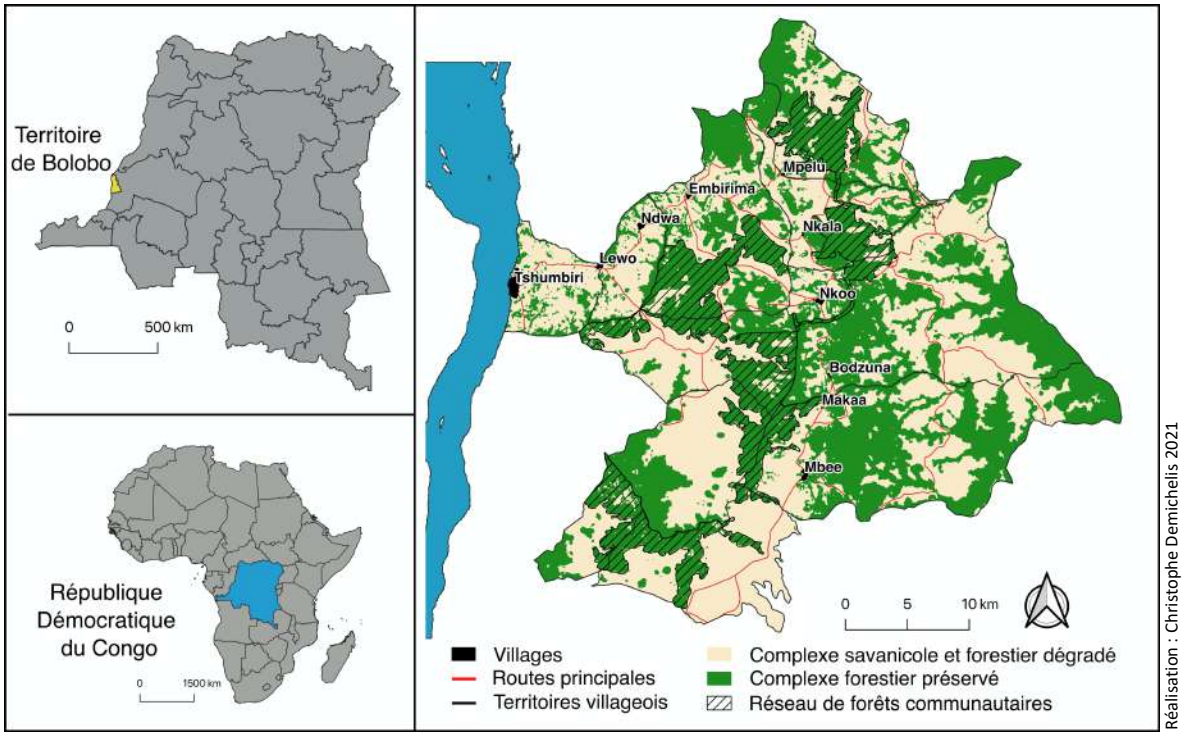


Figure 5.1 : Zone d'étude, délimitée par les territoires villageois impliqués dans les actions de l'ONG MMT, chefferie des Batéké Nord, Territoire de Bolobo, République Démocratique du Congo.

3.2. Collecte des données

Les données ont été recueillies au cours de deux missions en immersion sur le terrain : une première mission de trois mois de juillet à octobre 2016 et une seconde de six mois de mai à novembre 2017. Afin d'analyser l'organisation spatiale des terroirs villageois un sein du paysage local, des données qualitatives ont été recueillies par le biais d'observations participantes et d'échanges avec les populations locales sous la forme d'entretiens de groupes. A cela s'est ajouté une collecte de données spatialisées et géoréférencées afin de produire la monographie d'un terroir villageois en particulier, celui de Bodzuna.

3.2.1. Données qualitatives

Dix-huit entretiens de groupe ont été menés dans neuf des dix villes de la zone d'étude. Aucun entretien de groupe n'a pu être mené dans le village de Makaa du fait de sa faible population empêchant de réunir suffisamment de personnes pour l'organisation de telles discussions. Pour pallier cela et tout de même confronter les observations faites au sein des autres villages avec la situation de Makaa, un entretien individuel a été réalisé avec l'un des notables du village. Les entretiens de groupe monogenrés réunissaient huit à dix hommes ou femmes âgés de 18 à 90 ans afin de couvrir l'ensemble des points de vue de la population. Les entretiens ont été menés en Etio, la langue locale, avec l'aide d'un traducteur qualifié, et des notes détaillées ont été prises. Ces ateliers ont permis de déterminer l'organisation spatiale des activités menées autour des villages, en recueillant notamment les distances maximales parcourues pour chacune d'entre elles. Ces entretiens ont également permis d'analyser l'évolution de ces activités dans le temps, en identifiant les principales transformations de pratiques leur étant liées.

Des observations participantes quotidiennes ont également été menées, notamment avec la population de Bodzuna, afin de vérifier les informations recueillies lors des entretiens de groupe. Les activités menées par les habitants au sein du paysage ont été observées et décrites avant d'être détaillées au sein d'un journal de bord.

3.2.2. Données démographiques

Afin de confronter les observations réalisées pour chaque village avec des données démographiques, un recensement du nombre de foyers pour chaque village a été réalisé. Le foyer a été défini comme une cellule familiale composée d'un homme ayant quitté le domicile parental, célibataire ou vivant en couple avec une ou plusieurs femmes, avec ou sans enfant. Les femmes seules, tout âge confondu, étant intégrées dans une cellule familiale au sein de laquelle un homme est présent (père, fils, frère, oncle), ces dernières n'ont pas été considérées comme formant un foyer à part entière. Le recensement des

foyers a été réalisé avec un habitant de chacun des villages ayant une bonne connaissance des parcelles structurant le village, ainsi que de leurs occupants.

3.2.3. Données géographiques

Tout au long des observations participantes, des points et tracés GPS géolocalisant les activités humaines au sein du terroir de Bodzuna, principal village d'immersion, ont été collectés. Les points GPS localisent les lieux de pêche (écopage pour les femmes ; nasse, filet et hameçon pour les hommes), d'élevage (localisation du kraal), d'agriculture (localisation des champs cultivés), de cueillette (prélèvement d'une ressource) et de chasse (localisation des pièges et de l'installation de filets). Les tracés GPS quant à eux correspondent à des parcours de chasse au fusil. A noter que ces données spatiales correspondent à des activités journalières. Même si d'après la population certaines de ces activités (notamment la pêche et la chasse) peuvent se réaliser sur plusieurs jours, cette pratique tend à se perdre et il n'a pas été possible de récupérer de telles données. Au total ce sont 367 points GPS et 7 tracés au sein du terroir de Bodzuna qui ont été collectés (Tableau 5.1).

Tableau 5.1 : Répartition des points et tracés GPS collectés autour de Bodzuna concernant les activités villageoises menées durant les phases d'observation participante.

	Activité	Points GPS	Tracés GPS
Chasse	Fusil		7
	Piège	225	
	Filet	25	
Pêche	Nasse / Filet / Hameçon	27	
	Écopage	6	
Élevage	Bovin (kraal)	8	
	Pisciculture (étang)	7	
Agriculture		45	
Cueillette		24	

3.3. Analyse des données

Dans un premier temps un modèle conceptuel de l'organisation du terroir villageois a été produit grâce aux entretiens de groupe. Il s'agit d'un modèle théorique de l'organisation spatiale des services de production ou d'approvisionnement rendus par l'écosystème aux populations villageoises, représentant en somme la spatialité des socio-écosystèmes villageois à l'échelle de leur terroir. Ce modèle, commun à l'ensemble des villages, est basé sur les distances maximales identifiées pour chacune des activités depuis le village.

Afin de confronter ce modèle conceptuel à un cas concret et ainsi vérifier sa véracité, les activités villageoises recueillies et géoréférencées aux alentours de Bodzuna ont été utilisées afin de produire sous SIG (QGIS) une cartographie réaliste de leurs spatialités, et donc de l'organisation spatiale du terroir de ce village.

En complément, une analyse des variations des distances pour chacun des villages a été proposée afin d'identifier les principaux facteurs responsables de celles-ci. Afin de se focaliser sur les impacts des activités humaines sur la déforestation, une cartographie générale des terroirs théoriques exploités pour l'agriculture (principale activité responsable de la transformation du paysage sur le court terme) a été produite, toujours sou SIG (QGIS) afin de mettre en lumière la portion du paysage la plus sujette à l'action anthropique. Sur la base de cette carte, une approche quantitative de la composition paysagère à l'échelle des terroirs agricoles a été réalisée afin de mettre en exergue différentes situations environnementales et économiques d'exploitation des forêts. Pour cela, les proportions des classes paysagères composant chacun des terroirs villageois ont été calculées sous SIG (QGIS). A noter qu'il a été choisi de se baser sur des proportions et non des surfaces du fait que pour certains villages l'aire de leur terroir agricole théorique dépasse les limites de la zone d'étude générale basée sur les territoires villageois. Le fait de se baser sur des proportions permet de diminuer le biais induit par ce manque de données à l'extérieure de la zone d'étude et de tout de même pouvoir réaliser une comparaison des situations observées entre les villages.

Afin de confirmer ces observations, une Analyse en composante principale (ACP) a été réalisée afin de déterminer les classes paysagères caractérisant le plus les différents terroirs. De cette ACP et des observations géographiques issues du terrain et de la carte, une typologie villageoise a été proposée, laquelle a été confrontée à un test de Monte Carlo basé sur la composition paysagère des différents terroirs afin d'en vérifier la cohérence. Ces analyses statistiques ont été réalisées grâce au logiciel R.

Il semble important de souligner que la production des cartes se base sur une cartographie d'occupation des sols produite par télédétection et utilisant une image satellite Sentinel-2 datant de 2017 (Demichelis *et al.*, 2020). Cette carte a été produite d'après une catégorisation hybride du paysage, tenant compte à la fois des observations faites par les auteurs en termes de structure et de composition botanique, mais également des perceptions locales qu'ont la population du paysage. Ainsi cette carte classe le paysage en 11 catégories différentes (Figure 5.2). Utiliser une telle cartographie permet notamment de rendre compte de la diversité de composition du paysage et ainsi d'analyser de manière plus fine le lien entre la spatialité des activités et la structure paysagère.

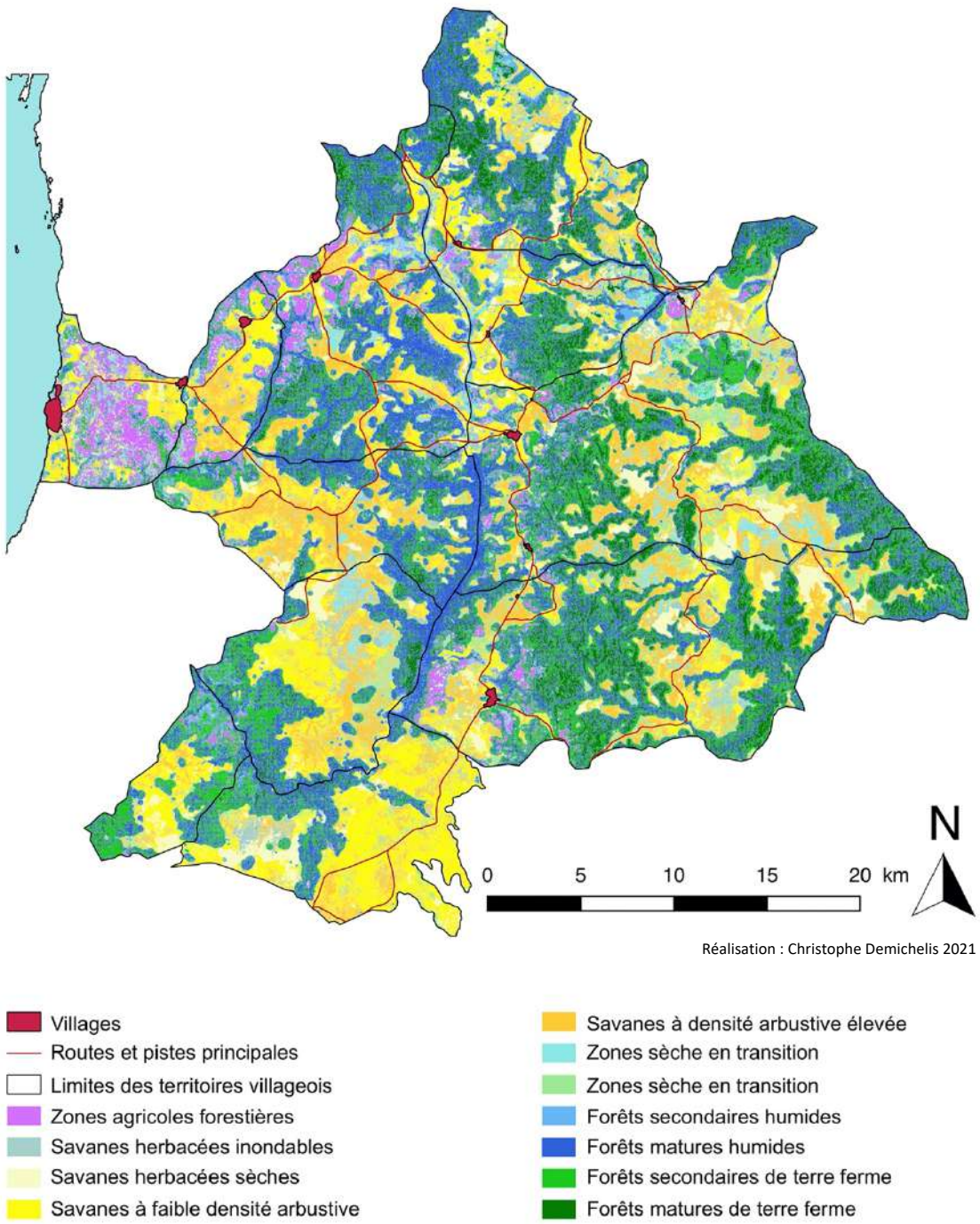


Figure 5.2 : Cartographie d'occupation des sols de la zone d'étude produite par télédétection d'après une image satellite Sentienl-2 de 2017 et catégorisant le paysage en 11 classes paysagères (d'après Demichelis *et al.,* 2020).

4. Résultats

4.1. Modèle conceptuel de l'organisation spatiale du terroir villageois

La Figure 5.3 présente le modèle conceptuel de l'organisation spatiale des activités humaines définissant la structure d'un terroir villageois au sein de la zone d'étude. Ce

modèle se base sur les distances maximales identifiées lors des entretiens de groupes pour chacune des activités, et ce pour l'ensemble des villages (à l'exception de la pêche pour Tshumbiri qui est un cas particulier d'activité). Les activités présentées en trait plein sont réalisées sur la journée, alors que celles délimitées par des pointillés peuvent être réalisées sur plusieurs jours. A noter que ce modèle présente une organisation concentrique des activités autour du village, valable dans le cas d'un milieu homogène. Dans le cadre de notre zone d'étude, le milieu étant composé d'une mosaïque forêt/savane présentant une structure hétérogène, ce modèle doit être adapté au cas par cas, notamment en fonction de la disponibilité en forêts autour du village.

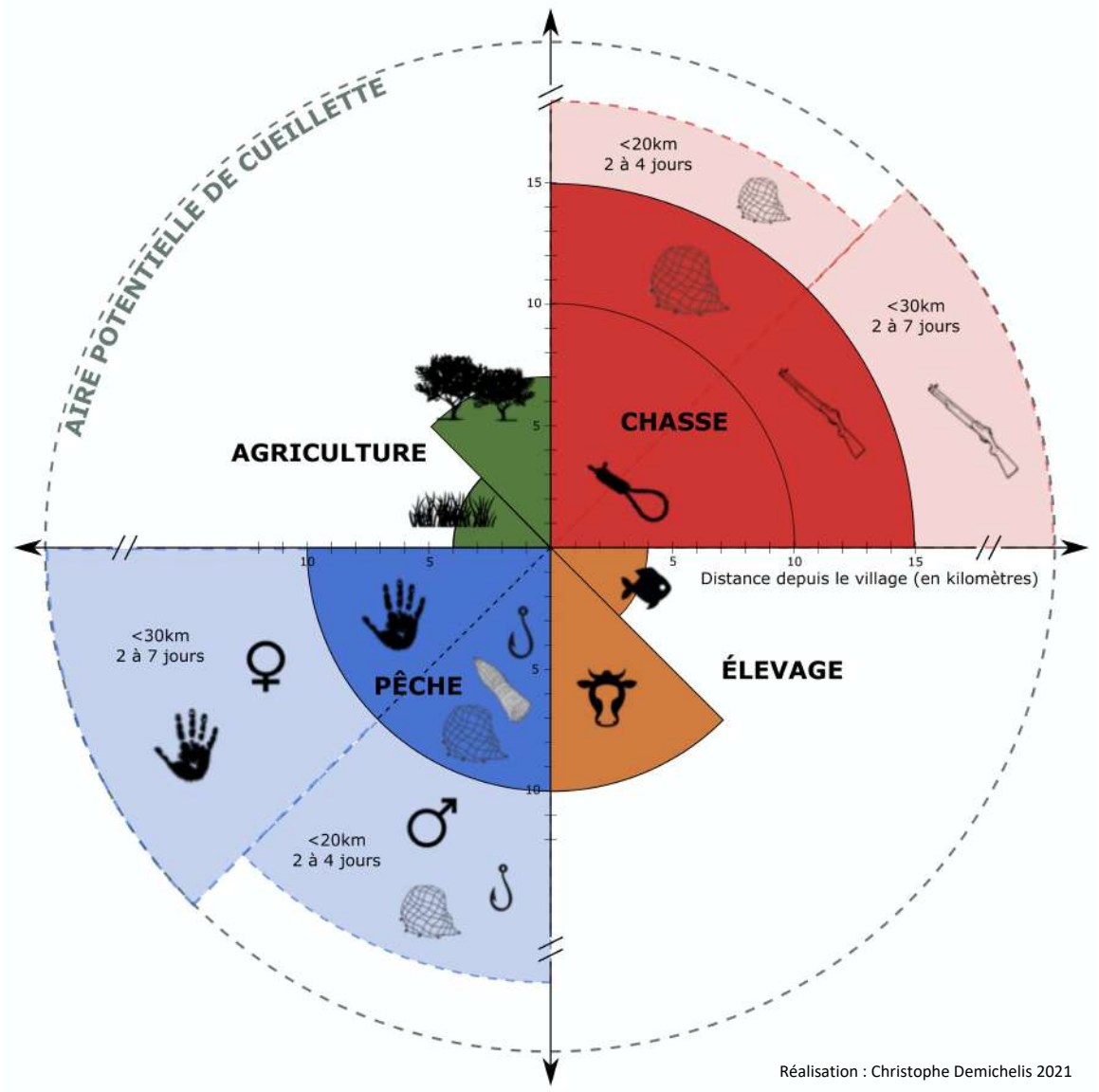


Figure 5.3 : Modèle conceptuel de l'organisation spatiale des activités humaines définissant le terroir villageois de manière concentrique d'après les distances maximales identifiées pour chacune des activités.

Les activités de chasse (Photo 5.1), et notamment celle au fusil, déterminent les limites des terres exploitées pour les services de production et d'approvisionnement, et donc les limites du socio-écosystème à l'échelle du terroir villageois. A noter que même si des activités de chasse et de pêche réalisées sur plusieurs jours ont été reportées sur ce modèle, ces pratiques tendent à se perdre, notamment dans un contexte de sédentarisation des populations avec un mode de vie davantage quotidien. Comme l'explique un homme de Lewo,

> « *au sein de ce village la pêche à l'écopage réalisée par les femmes sur plusieurs jours a disparu depuis plus de vingt ans, alors que celle réalisée par les hommes au filet et à l'hameçon s'est arrêtée il y a environ cinq ans* » (homme, environ 50 ans, agriculteur et pêcheur)

De même, un habitant de Nkala explique que,

> « *la chasse sur plusieurs jours ne se pratiquent aujourd'hui que lors d'événements particuliers, et notamment lors de l'organisation de cérémonies telles que des deuils ou des mariages, afin de pouvoir nourrir l'ensemble des invités* » (homme, environ 60 ans, agriculteur, ancien chasseur).

Photo 5.1 : Chasseur venant d'abattre un cercopithèque ascagne au fusil (*Cercopithecus cephus ascagnus*), localement nommé *Tséké* (gauche) ; groupe de jeunes hommes revenant d'une journée de chasse au filet (en haut à droite) ; piège non sélectif localement nommé *kraka*, posé par un habitant en forêt (en bas à droite).

Dans la même logique, l'agriculture en savane réalisée par les femmes tend à disparaître et ne se pratique plus qu'autour des villages de Tshumbiri et Mbee, et dans une moindre mesure Nkoo. Dans l'ensemble des autres villages l'intégralité des savanes en périphérie est utilisée à des fins d'élevage bovin, empêchant toute agriculture. Comme l'explique une femme de Bodzuna,

> « *les femmes ont arrêté progressivement de cultiver en savane à partir des années 1980 avec l'arrivée des premiers élevages. Malgré quelques tentatives par la suite, le bétail détruit les cultures, empêchant toute culture en savane* » (femme, environ 50 ans).

En ce qui concerne le cas particulier de Tshumbiri, la chasse a presque disparu en raison de l'absence de forêts à proximité du village, toutes dédiées à l'agriculture sur brûlis. En revanche, la pêche s'est fortement développée sur le fleuve Congo, délaissant les petites rivières à l'intérieur des terres. Cela met notamment en évidence une adaptation locale des populations de chacun des villages en fonction de leur histoire sociale et économique mais également en fonction de l'environnement écologique au sein duquel ils sont installés. Ainsi certains villages se spécialisent dans telle ou telle activité en fonction de leur situation géographique au sein de la mosaïque. Pour exemple, à Tshumbiri, les hommes et les femmes peuvent quitter le village pendant plusieurs jours, voire semaines, sur de très longues distances (plus de 100 km). De même, sa proximité directe avec le fleuve Congo en fait une place marchande pour la région, qui importe des produits manufacturés de Kinshasa et exporte des produits forestiers et agricoles vers la capitale. Les habitants ont développé au fil du temps des activités de commerce entrainant une diminution de la pratique des activités d'exploitation des ressources naturelles, à l'exception de l'agriculture. Comme l'explique l'un des notables de Tshumbiri, à savoir dans le cas de notre étude un homme le plus souvent âgé dont le savoir et la sagesse sont reconnues par l'ensemble de la population,

> « *la majorité des produits carnés sont fournis par la population des villages à l'intérieur des terres qui vient y vendre régulièrement leur gibier plus cher que localement au sein de leur village* » (notable, environ 60ans, ayant participer à la création du marché local bimensuel Libonza).

Cela met bien en évidence au sein de la zone d'étude la spécialisation des villages en termes d'activités et d'exploitation des ressources, avec des échanges entre les villages. Enfin, il est essentiel de soulever le cas particulier de la cueillette. Cette activité s'est avérée dans la majorité des cas être une activité opportuniste, réalisée au cours d'autres activités. Seules les femmes vont cueillir spécifiquement des feuilles de marantacées de manière régulière, utiles dans la conservation de la *chikwang*, pâte de manioc cuisinée

localement. Toutefois, même si cette cueillette peut occasionnellement être réalisée pour elle-même, elle est très souvent réalisée lors des travaux agricoles. Comme observé sur le modèle, l'aire de cueillette potentielle englobe donc l'intégralité du terroir villageois.

4.2. Cas d'étude : le terroir de Bodzuna

Les activités géoréférencées collectées lors des observations participantes avec la population de Bodzuna ont été cartographiées sur la Figure 5.4. Même si ces données ne sont pas exhaustives, cette cartographie donne un aperçu de l'organisation spatiale du terroir villageois de Bodzuna. Afin de ne pas surcharger la carte, seules les légendes correspondant aux activités sont présentes sur la carte. Pour identifier les classes paysagères, il est nécessaire de se référer à la Figure 5.2. A noter que lors des deux séjours en immersion, aucune activité menée sur plusieurs jours n'a pu être géoréférencée, venant confirmer les observations faites précédemment quant à la disparition de cette pratique.

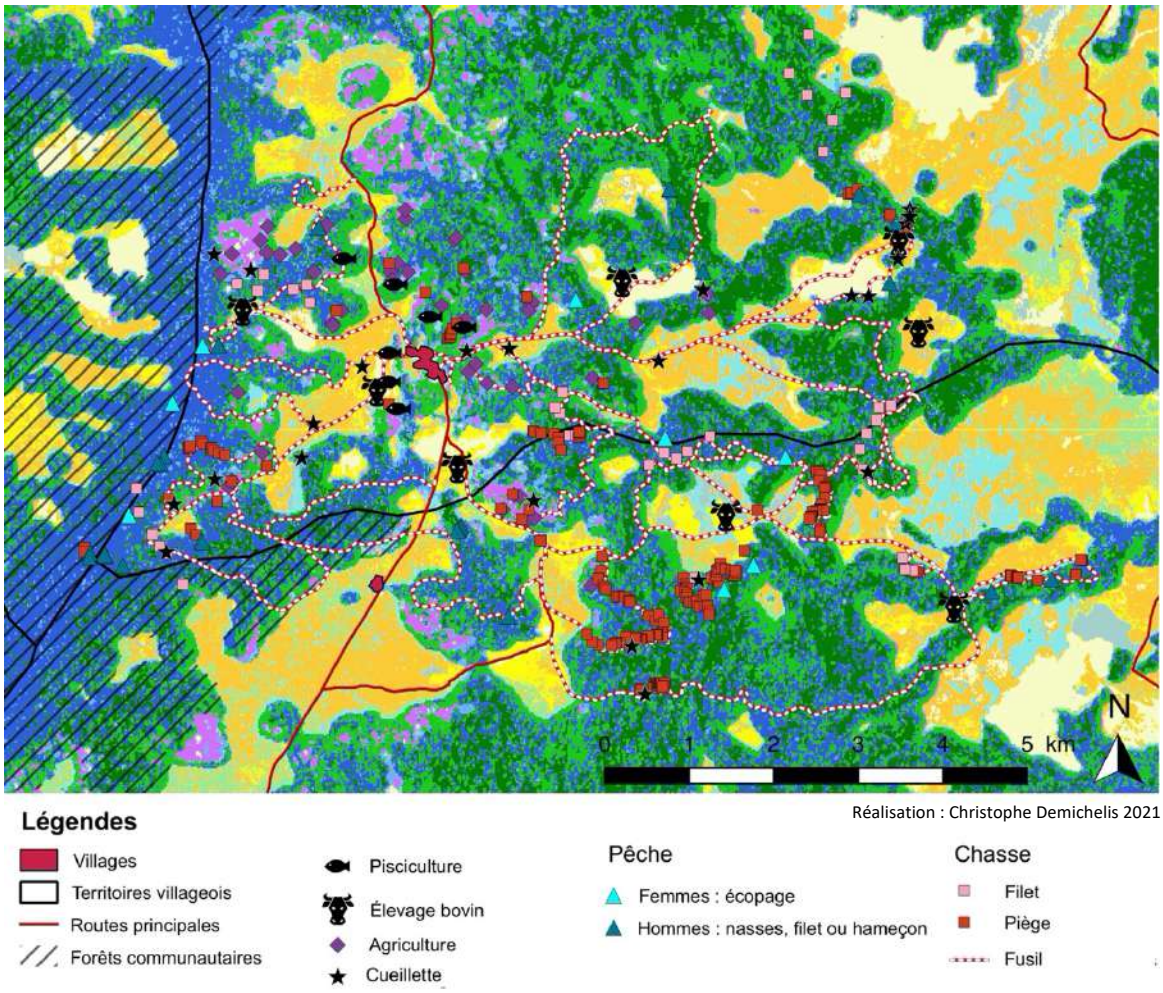


Figure 5.4 : Carte localisation les activités de la population de Bodzuna au sein du paysage local et définissant les limites du terroir villageois.

Cette cartographie vient confirmer le modèle conceptuel précédemment proposé : les activités agricoles forestières et de pisciculture sont localisées à proximité directe du village. Viennent ensuite les activités de pêche puis de chasse, lesquelles délimitent bien la portion de terre exploitée par les habitants du village. Concernant l'élevage bovin, celui-ci concerne la majorité des savanes alentours (Photo 5.2). A noter que seuls les emplacements des kraals ont été localisés, mais en pratique, l'ensemble des savanes autour du village sont dédiées à cette activité avec un système de rotation au cours de l'année, c'est pourquoi aucun kraal n'est géolocalisé dans certaines d'entre elles. Les quelques activités de cueillette référencées viennent également confirmer que cette activité peut se réaliser sur l'ensemble du terroir villageois, celle-ci étant pour rappel une activité majoritairement opportuniste réalisée au cours d'autres activités.

Photo 5.2 : Élevage bovin pratiqué par un petit fermier à proximité de Bodzuna, empêchant l'agriculture au sein de la savane.

Par ailleurs, le rôle des forêts communautaires dans l'organisation spatiale des activités est directement observable sur cette cartographie. Les activités de chasse les plus éloignées du village apparaissent clairement localisées à l'ouest du village où aucune forêt communautaire n'est présente. Le respect de la réglementation quant aux forêts communautaires semble être plutôt bien respecté dans le cas de ce village, avec l'absence de champs géoréférencés au sein de celles-ci, et seulement un tracé de chasse au fusil la traversant. Toutefois ceci est une hypothèse, il est également possible que la population préfère mener ses activités de chasse au sein de forêts de terres fermes, majoritaires à l'Ouest du village, l'Est correspondant à une forêt majoritairement humide où coule la plus grande rivière de la zone, la rivière Mbali. Ceci est surement d'autant plus vrai que la

grande majorité des pièges identifiés sont localisés à l'Ouest du village au sein de forêts de terre ferme, permettant une utilisation plus durable des pièges tout au long de l'année, en comparaison avec des forêts humides inondées en saison des pluies. Enfin, le passage de parcours de chasses à proximité du village Makaa au sud met en évidence la superposition possible des terroirs villageois au sein de la zone d'étude, en particulier ici avec les activités de chasse. Cette superposition pourrait être susceptible d'entrainer des tensions entre villages, même si dans le cas présent aucun conflit lié à la chasse n'a été identifié entre les populations de Makaa et Bodzuna durant les phases d'immersion.

4.3. Facteurs de variations inter-villages

Tous les villages ont exprimé le même modèle d'organisation spatiale des activités, à l'exception de Tshumbiri pour la pêche comme expliqué précédemment. Seules les distances maximales pour chaque activité ont parfois varié d'un village à l'autre. Cette variabilité semble notamment due à quatre critères : (i) la démographie du village et la disponibilité en forêts conduisant la population à parcourir de plus longues distances pour les activités agricoles, (ii) la proximité des rivières et des forêts pour les activités de chasse et de pêche (les distances maximales coïncident plus ou moins entre les villages, toutefois la fréquence de ces activités à ces distances peut varier), (iii) la présence de forêts communautaires à proximité du village où les activités agricoles et de chasse sont interdites, poussant parfois la population à parcourir de plus longues distances, et (iv) la situation économique des villages, notamment agricoles, influençant la quantité de surfaces cultivées et donc la disponibilité en forêt à proximité des villages. Les distances mentionnées par la population de chacun des villages sont présentées dans le tableau 2. Les activités sur plusieurs jours ayant presque disparu de la zone, les distances pour celles-ci n'ont pas été reportées dans ce tableau. Seules sont présentes les activités quotidiennes, davantage représentatives du terroir exploité réel.

Tableau 5.2 : Distances maximales parcourues depuis le village pour mener les différentes activités quotidiennes, pour chacun des villages de la zone d'étude.

Activité / Village (nb de foyers)	Agriculture (km)		Élevage (km)		Pêche (km)		Chasse (km)		
	Forêt	Savane	Bovin (kraal)	Piscicutlure (étang)	Femmes : écopage	Hommes : nasse, filet, hameçon	Fusil	Filet	Piège
Makaa (13)	2	/	6	1	10	6	10	10	8
Nkala (46)	3	/	8	2	10	10	15	10	8
Bodzuna (76)	3	/	8	2	10	10	15	15	10
Mpelu (88)	3	/	10	2	10	10	15	10	10
Embirima (119)	5	/	10	2	10	8	15	15	10
Lewo (151)	5	/	10	3	10	10	10	5	8
Ndwa (204	5	/	10	2	10	8	15	10	10
Nkoo (253)	5	2	8	3	8	8	15	12	8
Mbee (329)	5	3	10	3	10	10	15	15	10
Tshumbiri (913)	7	4	10	3	5	10	10	5	10

L'effet de la démographie sur les distances est clairement visible pour les activités agricoles. En effet une population plus importante nécessite de plus grands espaces de forêts pour permettre à chacun de cultiver. Cela est d'ailleurs amplifié par la proximité et la disponibilité de forêts en périphérie directe du village. Comme l'explique un homme de Tshumbiri,

> « *toutes les forêts à proximité du village sont aujourd'hui occupées, alors quand quelqu'un décide d'ouvrir un nouveau champ, surtout les plus jeunes qui n'ont pas encore de champs à eux, il est obligé de parcourir de plus grandes distances pour trouver une zone de forêt qu'il peut défricher* » (homme, environ 30 ans, agriculteur, pêcheur).

De même, comme l'explique un homme de Mbee,

> « *avec l'augmentation de la population, le nombre de champs a augmenté autour du village, et les hommes sont donc obligés de parcourir de plus longues distances et de s'enfoncer davantage dans la forêt pour trouver des zones libres à cultiver. Quand j'étais jeune les champs étaient tous situés à la sortie du village, à moins d'un kilomètre. Aujourd'hui certaines personnes peuvent parcourir jusqu'à cinq kilomètres pour défricher la forêt* » (notable, environ 90 ans, agriculteur).

Au-delà de l'agriculture, la proximité des forêts et des rivières par rapport au village peut également entrainer une variation en termes de distances parcourues pour les activités de chasse et de pêche. D'un côté, le manque de forêts pousse à faire disparaître la chasse. C'est notamment le cas pour Tshumbiri et Lewo, avec les quelques chasseurs persistants qui se contentent de rester à proximité du village et de chasser en savane ou dans les champs, les espaces forestiers étant aujourd'hui trop éloignés. Toutefois, le développement de la pêche sur le fleuve Congo pour ces deux villages a également contribué à la diminution de la chasse pour ces populations, délaissant une activité nécessitant de parcourir de longues distances au profit d'une autre de proximité et de fait plus rentable. A noter que même si les distances maximales coïncident plus ou moins entre les autres villages pour la chasse et la pêche, la fréquence de ces activités à ces distances maximales varie. Pour la pêche, cette distance maximale correspond surtout à la distance où se trouve la rivière Mbali pratiquée en saison sèche (Photo 5.3). Mais en saison des pluies la distance va varier en fonction de la proximité des rivières secondaires. De même pour la chasse, les villages présentant des forêts en quantité à proximité du village, comme c'est le cas pour les villages les plus éloignés du fleuve Congo, les distances maximales sont parcourues de manière moins fréquente que pour les autres villages, pratiquant davantage une chasse de proximité.

Photo 5.3 : Pêche à la nasse pratiquée par les hommes (gauche) et pêche à l'écopage pratiquée par les femmes (droite) sur la rivière Mbali.

Même si la taille de la population et la présence de forêts à proximité sont des facteurs explicatifs de cette variation inter-village, ils n'expliquent pas pour autant à eux seules les variations de distances inter-villages. En effet, la proximité de forêts communautaires réduit l'espace forestier à disposition pour la chasse et l'agriculture et entraine une augmentation des distances parcourues pour ces activités. Par exemple, comme observé dans le tableau 2, le village de Nkala dont la population est moitié moindre que celle de Bodzuna et Mpelu possède des champs aussi éloignés que ces deux autres villages. Ceci s'explique par la présence d'une forêt communautaire à proximité directe du village. Toutefois cela n'est pas sans conséquence et peut entrainer certaines tensions. Certains habitants de Nkala se rendent jusque sur le territoire d'Embirima pour cultiver des champs en forêt, ce qui à plusieurs reprises à entrainer des conflits. Comme l'explique une habitante de Nkala

> « *la forêt à côté du village est protégée pour les bonobos, et tout autour c'est une grande savane, il n'y a pas assez de forêts libres, alors je dois aller cultiver jusque sur les terres d'Embirima. Mais ça ne plait pas à leur chef qui veut qu'on lui verse un loyer pour cultiver là-bas. Avec mon mari on refuse, car si on pouvait on cultiverait la forêt à côté de notre village, mais ça entraine des conflits* » (femme, environ 30 ans)

Au sein d'un même village, aucun conflit lié à l'accaparement des terres n'a été reporté ou observé au cours des enquêtes. Chaque habitant est libre de cultiver où il le souhaite à condition que l'endroit n'ai pas été cultivé auparavant. L'ouverture d'un champ en forêt revient à s'approprier l'espace, lequel pourra être cédé aux générations suivantes. Seules les savanes dédiées à l'élevage nécessitent le versement d'un loyer (sous forme financière ou arrangement quant aux têtes de bétail) auprès du chef de terre afin de pouvoir y installer une ferme et un troupeau.

Enfin, l'activité économique des villages n'est pas non plus sans conséquence et s'avère même être l'un des facteurs ayant le plus de poids. Les villages les plus proches du fleuve Congo cultivent de plus grands champs de maïs, afin de revendre leur récolte à Tshumbiri, ou directement à Kinshasa. La proximité avec le fleuve facilite cette agriculture de rente. Cela augmente significativement les espaces cultivés en périphérie de ces villages, et donc les distances à parcourir pour accéder à de nouvelles zones cultivables. L'effet de cette économie est observable notamment avec les villages de Lewo, Ndwa et Embirima. Ces trois villages cultivent des champs aussi éloignés que les villages de Nkoo et Mbee, pourtant beaucoup plus peuplés que les trois précédemment cités. En effet, leur proximité directe à Tshumbiri leur permet de revendre plus facilement leurs récoltes, ce qui les pousse à produire davantage.

Au final, tous ces facteurs sont étroitement liés et sont complémentaires. Pour exemple, le développement d'une agriculture de rente entraine une augmentation des surfaces défrichées et donc une diminution des forêts disponibles à proximité des villages, venant augmenter l'effet de la démographie sur l'accaparement des espaces agricoles et donc de surcroit augmenter les distances parcourues pour ouvrir de nouveaux champs.

4.4. Les terroirs agricoles : points chauds de déforestation

L'activité la plus influencée par l'ensemble des facteurs précédemment cités et présentant la variation la plus notable de distances concerne les activités agricoles en forêt. Il s'agit par ailleurs de l'activité la plus transformatrice du paysage sur le court terme et seule responsable localement de la déforestation, l'élevage étant uniquement pratiqué en savane et ne nécessitant pas l'ouverture d'espaces en forêt. La Figure 5.5 localise les terroirs agricoles théoriquement exploités actuellement par la population de chacun des villages, et ce d'après les distances mentionnées par la population pour les activités agricoles lors des ateliers. En complément sont présentées sur la carte les proportions de chaque classe paysagère au sein de ces terroirs agricoles. Pour plus de lisibilité, il a été choisi de n'utiliser que quatre classes paysagères, à savoir (i) les zones agricoles actuelles, (ii) les forêts de terre ferme potentiellement cultivables, (iii) les forêts humides délaissées

par la population pour l'agriculture, et (iv) les espaces savanicoles très largement destinés à l'élevage.

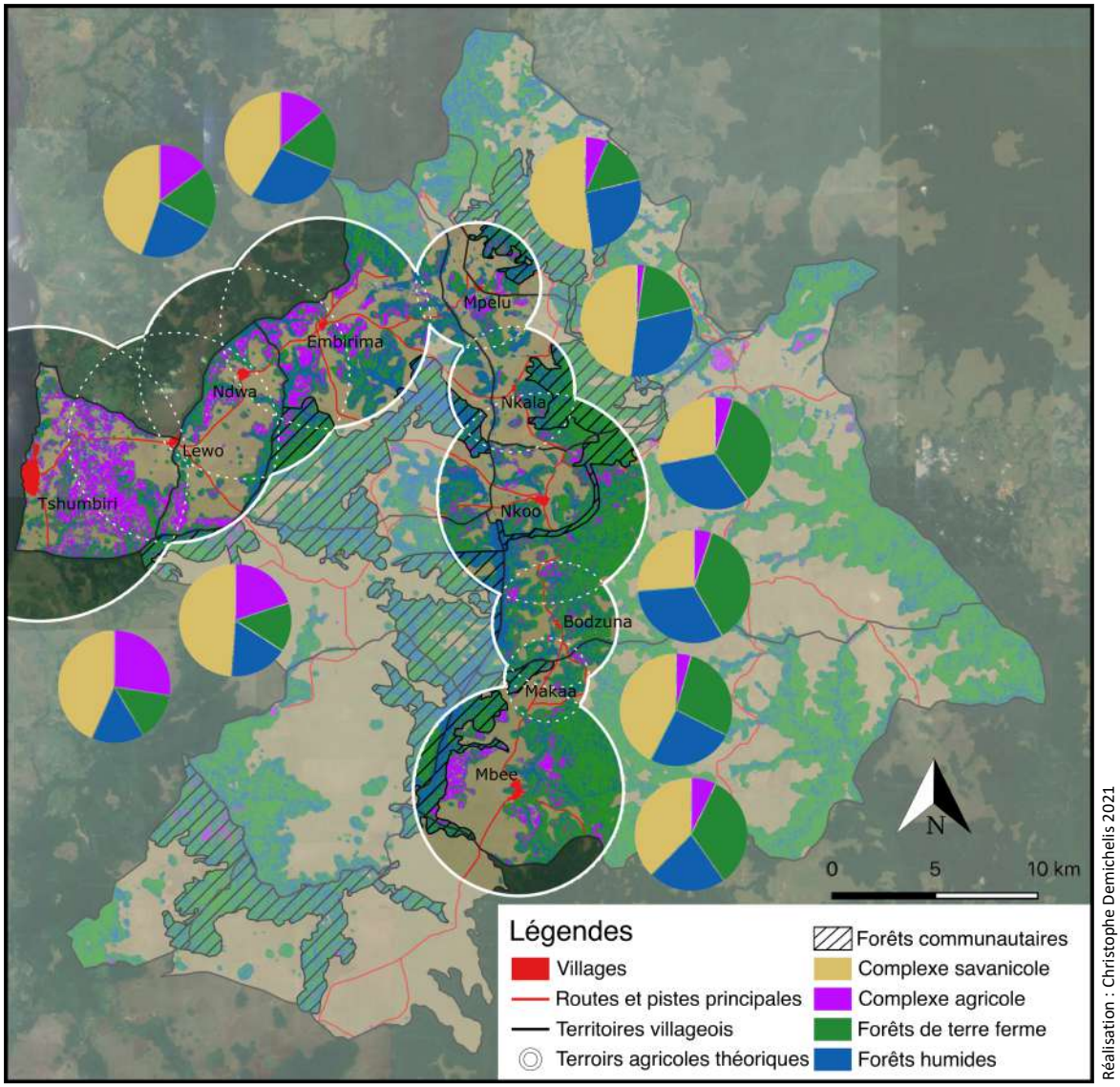


Figure 5.5 : Localisation des terroirs agricoles théoriques pour chacun des villages au sein de la zone d'étude et présentation de la composition paysagère pour chacun d'entre eux.

Il est clair sur cette carte que les villages situés sur l'axe Tshumbiri-Embirima cultivent de plus grands espaces forestiers que ceux des villages composant l'axe Mpelu-Mbee. Cette situation entraine de surcroit l'ouverture de champs au sein de forêts communautaires dans cette zone, notamment au sud-est de Ndwa et au sud de Lewo. Ce manque d'espace disponible pour l'agriculture conduit également un non-respect des systèmes de rotation des cultures et de jachère, qui sur le long terme empêche la forêt de se régénérer et donc une déforestation irréversible. Comme l'explique un habitant de Ndwa,

> « *il n'y a plus de place autour du village pour cultiver. Toutes les forêts disponibles sont défrichées. On ne peut plus ouvrir de nouveaux champs et laisser les anciens en jachère suffisamment longtemps pour qu'ils se régénèrent. A cause des jachères trop courtes, tous ces champs sont envahis par les fougères et la forêt ne revient plus. Cela pousse même certains habitants à aller cultiver dans la forêt communautaire, même si c'est interdit* » (homme, environ 60 ans, agriculteur).

Les alentours des villages de l'axe Mpelu-Mbee présentent quant à eux un réseau forestier encore bien préservé, les espaces agricoles ne représentant qu'une petite proportion du paysage au sein de leurs terroirs. Il existe encore aujourd'hui une grande quantité de forêts exploitables pour l'agriculture au sein de leurs terroirs agricoles théoriques. Toutefois, la situation des villages de Nkala et Mpelu pose question. La proximité directe d'une forêt communautaire pour ces deux villages entraine des conflits d'usage des terres. Ces deux villages sont localisés dans une zone principalement savanicole avec des patchs de forêts alentours principalement inondables, diminuant grandement les choix de la population quant à la localisation de leurs champs. Ainsi au nord de Mpelu, plusieurs champs sont localisés au sein de la forêt communautaire faute d'espace disponible. De même, comme expliqué précédemment, les habitants de Nkala sont obligés de parcourir de plus grandes distances et se rendre sur le territoire d'Embirima pour cultiver du fait que les forêts de terre ferme à proximité sont localisées au sein de la forêt communautaire. Pour ces deux villages, les forêts cultivables à proximité directe, bien que présentes en bonne quantité, ne leur sont normalement pas accessibles, car réglementées. Pour le reste des villages de cet axe, à savoir les villages allant de Nkoo à Mbee, la distance entre les villages et les forêts communautaires étant plus élevées, la disponibilité en forêts de terre ferme pour les activités agricoles reste encore aujourd'hui largement suffisante afin de permettre aux populations de subvenir à leurs besoins tout en préservant les espaces forestiers.

Afin de vérifier la cohérence de ces observations, la Figure 5.6 présente les résultats d'une ACP permettant de déterminer les classes paysagères caractérisant chacun des terroirs. Sur la base des résultats de cette ACP et des observations précédentes a été proposée une typologie des villages visible sur la Figure 5.6, laquelle a été confrontée à un test de Monte Carlo.

Les deux premières composantes de l'ACP expliquent à elles seules 94,19% de la variance (71,09% pour l'axe 1 et 23,10% pour l'axe 2). Ainsi l'axe 1 est influencé positivement par les espaces agricoles et les savanes et négativement par les forêts de terre ferme et les forêts humides. L'axe 2 quant à lui est influencé positivement par les espaces agricoles et

les forêts de terre ferme et négativement par les forêts humides et les savanes. L'ACP vient corroborer les observations faites précédemment sur la composition paysagère des différents terroirs.

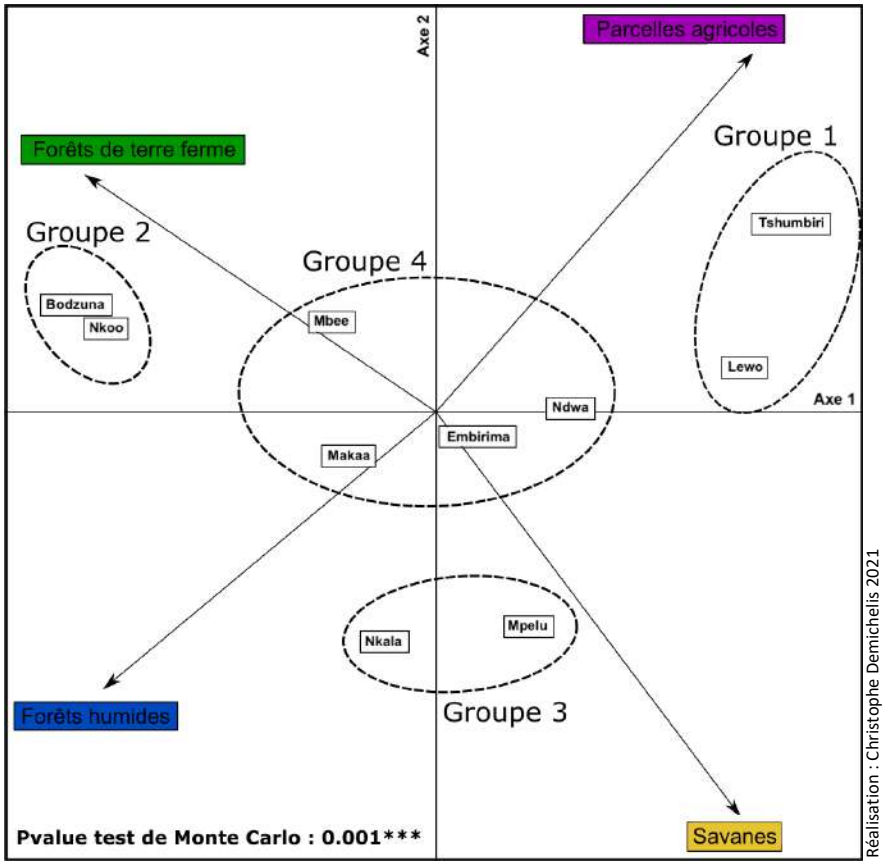


Figure 5.6 : Analyse en composante principale et typologie villageoise d'après les compositions paysagères (Test de Monte Carlo, Pvalue : 0,001***).

Sur la base de cette ACP, les terroirs villageois ont été regroupés en quatre groupes et la composition paysagère de chacun des terroirs explique de manière hautement significative cette typologie (Test de Monte Carlo ; Pvalue : 0,001***). Ainsi le groupe 1 composé des villages de Tshumbiri et Lewo est largement structuré par les espaces agricoles et correspond au véritable point chaud de déforestation de la zone d'étude. Le groupe 2, composé des villages de Bodzuna et Nkoo, est quant à lui largement structuré autour de forêts de terre ferme caractérisant un couvert forestier largement conservé. D'après cette typologie les villages de Nkala et Mpelu composant le groupe 3 sont davantage caractérisés par la présence de savanes et de forêts humides au sein de leurs terroirs respectifs, ce qui vient confirmer les observations faites d'après la Figure 5.5. Enfin, le groupe 4 composé des villages restants se retrouve à l'interface des autres groupes, avec un paysage équilibré entre les différentes classes paysagères. A noté que ce quatrième groupe aurait pu être subdivisé en deux autres groupes, l'un composé par

les villages de Mbee et Makaa davantage structuré autour d'un complexe forestier encore bien conservé, comparativement aux villages de Ndwa et Embirima quant à eux davantage influencé par les espaces agricoles, avec une proportion certes avérée de forêts mais davantage composées de résidus isolés caractéristiques d'une déforestation en mitage effective, ou alors localisée au sein de forêts communautaires et donc non exploitables par la population (notamment au sud d'Embirima), comme observé sur la Figure 5.5.

5. Discussion

5.1. Un terroir villageois structuré sur un modèle « centre –périphérie »

L'organisation spatiale théorique du terroir villageois mise en avant dans cette étude présente un modèle concentrique basé sur un lien entre types d'activités et distance depuis le village. Ce type d'organisation spatiale est bien connu et a déjà largement été décrit au sujet des terroirs villageois africains (Sautter & Pélissier, 1964), et ce d'autant plus lorsqu'il s'agit d'analyser l'organisation spatiale des systèmes agricoles (Benoit-Cattin & Faye, 1982 ; Faye *et al.*, 2003). De manière générale, ce modèle pourrait être confronté à un modèle « centre-périphérie », et plus particulièrement à celui développé par Von Thünen en 1826 au sujet de l'organisation spatiale des activités agricoles (la périphérie) autour d'une zone urbaine (le centre). Même si les modèles « centre-périphérie » ont longtemps été mis en avant pour expliquer les modes de développement territoriaux, ils apparaissent aujourd'hui de plus en plus désuets (Dumont, 2017). Toutefois, ce type de modèle semble ici tout à fait applicable dans le cas d'une société fortement dépendante à l'exploitation des ressources naturelles avec des échanges commerciaux peu développés. D'après Von Thünen, il existe dans un milieu homogène un lien direct entre la distance depuis le centre urbain et le type d'utilisation des sols, et ce de manière radiale autour de la zone habitée. Même si ce modèle fonctionne dans le cas de cette étude, il doit toutefois être nuancé. En effet, l'hétérogénéité du milieu caractérisée par un paysage de mosaïque forêt/savane vient modifier la concentricité du modèle, et ce en le déformant selon l'organisation spatiale du réseau forestier. Ainsi le modèle proposé ne peut être généralisé, mais peut pour autant servir de base commune à l'ensemble des villages et doit être adapté à la situation paysagère, mais également sociale, historique et économique, de chacun d'entre eux.

5.2. Le terroir comme objet d'analyse spatiale et paysagère

Il est possible d'observer deux niveaux de « centre-périphérie » au sein de notre zone d'étude : (i) un premier modèle où chaque village correspond à un centre indépendant avec une organisation spatiale de ses activités en périphérie qui lui est propre en fonction de la structure du paysage, et (ii) un deuxième modèle dans lequel Tshumbiri est le centre,

et tous les autres villages composent sa périphérie. La proximité directe de Tshumbiri au fleuve Congo a permis le développement d'une place marchande dans ce village, laquelle est alimentée par les villages en périphérie en produits agricoles (principalement axe Thsumbiri-Embirima) et forestiers (principalement axe Mpelu-Mbee). A l'échelle de la zone d'étude, ce modèle met en avant une organisation des villages en réseau permettant, comme expliqué par Pumain (2010) au sujet des réseaux de villes, de palier localement aux manques de ressources. Ainsi au sein de ce modèle chaque village présente des spécialisations, caractérisant des situations socio-économiques et environnementales distinctes, mais pouvant être complémentaires, et qui se répercutent sur le paysage des différents terroirs villageois. Comme l'ont mis en avant Caillault et Marie (2016) au Burkina Faso, et comme cette étude tend à le démontrer, les recherches à l'échelle du terroir sont essentielles et permettent notamment la mise en exergue d'une variation, mais également d'une dynamique, inter-village au sein d'une zone d'étude pourtant réduite. Toutefois ce modèle d'organisation inter-village n'est vrai qu'à l'échelle de la zone étudiée. Il existe certainement des zones d'influences autres que Tshumbiri en dehors de la zone considérée par cette étude, notamment au Nord avec la ville de Bolobo, et au Sud avec la ville de Mushie. Il est certain que les populations humaines de la zone entretiennent des liens avec ces autres villes, comme l'a déjà démontré une étude liée aux parcours de santé (Gasquet-Blanchard *et al.*, 2020). Ainsi le concept de terroir apparaît ici pertinent pour la mise en évidence de ces dynamiques mais uniquement à l'échelle locale, notamment en termes d'exploitation du milieu liée aux services de production et d'approvisionnement. Malheureusement ce concept a majoritairement été délaissé par les chercheurs, même si les études locales et les monographies persistent, bien souvent au profit d'études plutôt régionales ou à l'échelle des bassins de production, lequel trouve aujourd'hui davantage son public auprès des acteurs du développement qui se l'ont quant à eux largement approprié (Bassett *et al.*, 2007).

5.3. Le rôle de la démographie et de l'agriculture sur la déforestation

Une fracture spatiale dans l'intensité d'exploitation du paysage est clairement visible dans cette étude, avec deux axes aux situations nettement différentes, même si cette rupture peut être nuancée par la typologie des terroirs villageois proposée et basée sur la composition paysagère mettant en évidence une situation plus complexe. Cette variabilité s'observe directement sur l'état du couvert forestier, venant confirmer l'intérêt des études locales sur les dynamiques de déforestation, et plus largement sur les paysages. Ainsi cette variabilité entre les villages s'explique par plusieurs facteurs. Même s'il est avéré que la croissance démographique joue un rôle sur la déforestation (Van & Azomahou, 2003), il apparaît ici que son impact reste mineur. Cette observation vient par ailleurs conforter les résultats de Bozongo (2019) sur le rôle marginal de la densité de

population sur la déforestation en Afrique Centrale. En effet, la part des activités économiques s'avère davantage responsable de la structure spatiale des terroirs villageois, notamment agricoles, et donc des risques de déforestation (Photo 5.4). Il n'est plus à démontrer le poids des activités agricoles et de leur expansion sur la déforestation (Déry, 1996 ; Mama *et al.*, 2014), et ce malgré la présence d'aires protégées (Imorou *et al.*, 2019). Cet impact est par ailleurs décuplé dans le cas de populations pauvres dont la seule source de revenus provient de l'agriculture et des produits forestiers (Bakehe, 2019). En ce sens, apporter des solutions pour lutter contre la pauvreté permet de lutter contre la déforestation (Van & Azomahou, 2003), c'est pourquoi il est localement essentiel de développer des économies alternatives à l'agriculture, ou alors d'améliorer la productivité agricole (Bakehe, 2018), afin d'éviter une intensification des pratiques agricoles et une augmentation des surfaces cultivées sur l'ensemble de la zone.

Copyright : Christophe Demichelis 2021

Photo 5.4 : Agriculture sur brûlis, principal moteur de la déforestation localement.

6. Conclusion

Étudier le paysage avec comme porte d'entrée le terroir villageois a notamment permis la mise en exergue d'une forte variabilité locale en termes d'exploitation du paysage, en particulier à des fins agricoles. Ainsi le paysage local est à deux vitesses, avec une portion des forêts surexploitées conduisant à une forte déforestation autour des villages à proximité du fleuve Congo, et une autre, davantage dans les terres, encore aujourd'hui bien conservée. Toutefois les forêts communautaires les plus proches des villages connaissent une pression anthropique non négligeable dont les conséquences sont déjà visibles avec l'ouverture de champs dans ces espaces pourtant protégés. Dans ce contexte, l'amélioration des voies de communication, la volonté de développement économique des populations, le tout couplé à une augmentation démographique, pourraient venir mettre à mal la préservation de ces espaces forestiers dans les années à

venir. Le choix fait ici d'utiliser l'échelle du terroir villageois pour étudier les relations entre les populations humaines et leur environnement vient de surcroit mettre en avant le rôle des macro-évolutions, ou tout du moins de l'insertion des populations dans une économie globalisée, plutôt que des micro-évolutions et les échangent locaux, dans la transformation des modes d'exploitation des terres et des ressources, et donc de la déforestation. Pour conclure, il apparaît essentiel et urgent d'agir rapidement afin de protéger le réseau forestier de la mosaïque. Même si aujourd'hui les règles liées aux forêts communautaires sont encore plutôt bien respectées dans l'ensemble, l'équilibre entre préservation de l'environnement et développement humain est fragile. Il est essentiel que dans les années futures l'accent soit mis sur un développement durable afin d'assurer la préservation du réseau forestier abritant plusieurs communautés de bonobos. Pour ce faire, il est essentiel que soient mis en place localement des alternatives économiques à l'agriculture, les forêts communautaires et l'écotourisme développés par MMT pouvant servir de pilier à ce développement.

6

ANALYSE PLURIANNUELLE (1973-1984-2000-2016) ET MULTI-SCALAIRE DU PAYSAGE

Cette partie est dédiée à Pitshu et sa bonne humeur, incroyable joueur de dames, qui m'a accompagné pendant presque deux mois dans l'ensemble des villages pour m'aider à réaliser les 800 questionnaires.

Copyright : Christophe Demichelis 2021

Chefs de terres regroupés sur la base du WWF lors de la cérémonie d'officialisation des forêts communautaires

1. Préambule

Cette dernière partie présente des résultats originaux n'ayant pas fait l'objet d'une publication, même si elle a été écrite et structurée sur le même format qu'un article. Celle-ci s'intéresse à l'évolution du couvert forestier entre 1973 et 2016 grâce à une approche multi-temporelle par télédétection, et ce à différentes échelles spatiales. Dans un premier temps, le paysage est appréhendé dans sa globalité, à l'échelle de la zone d'étude, avant de proposer une analyse plus fine à l'échelle d'une sous-unité géographique, celle des territoires villageois. Ce choix de présenter les résultats à différentes échelles découle d'une volonté de mettre en exergue la variabilité des situations locales en termes de contextes socio-environnementaux et de leurs conséquences sur l'évolution du paysage. Pour cela, une analyse temporelle de l'évolution des facteurs socio-économiques caractérisant l'ensemble de la zone, mais également chacun des villages, a été produite en parallèle des résultats issus de la télédétection. Les données ont été collectées à l'aide d'entretiens individuels, d'entretiens de groupe et de questionnaires. Ainsi, cette partie vise à dresser un tableau de l'évolution du système de gouvernance locale et de son impact sur le réseau forestier. Les principaux résultats de cette partie mettent notamment en évidence une évolution en dents de scie du couvert forestier à l'échelle de la zone d'étude, avec une phase de diminution entre 1973 et 1984 corrélée à l'expansion de la culture du café entrainant une forte déforestation, puis une phase d'augmentation entre 1984 et 2000 suite à l'abandon de cette même culture permettant la régénération des forêts, avant d'observer de nouveau une diminution, même si moins marquée, entre 2000 et 2016 due à la culture de rente du maïs majoritairement responsable de la dynamique de déforestation actuelle. Toutefois ces évolutions diffèrent selon les territoires, mettant en avant une forte variabilité locale, laquelle se ressent également au niveau des villages, avec une spécialisation économique de ces derniers. Ainsi cette dernière partie entend développer une meilleure compréhension de la zone et de ces disparités locales afin d'améliorer l'efficience des différentes actions de conservation et de développement des ONGs, lesquelles apparaissent de surcroît comme les principaux acteurs de la gouvernance locale à la suite du retrait progressif de l'état.

2. Introduction

Les forêts tropicales sont depuis déjà plusieurs décennies sujettes à la déforestation et à la dégradation de leur couvert forestier (Smouts, 2000 ; WWF, 2020), et l'Afrique Centrale ne fait pas exception à la règle (Marquant *et al.*, 2015 ; Abernethy *et al.*, 2016) même si l'intensité de déforestation y reste plus faible (Achard *et al.*, 2014). Le taux de déforestation en RDC est estimé à 1,2% par an pour la période 2005-2010 (OFAC, 2012) et même s'il varie à l'échelle du pays, il reste majoritairement influencé par les pratiques

des populations locales. Parmi les principaux facteurs de déforestation mentionnés en RDC reviennent principalement l'agriculture sur abattis-brûlis, le pâturage, la récolte de bois d'énergie, l'exploitation minière et la coupe sélective (Geist & Lambin, 2001 ; Gillet *et al.*, 2016). Toutefois, la plupart de ces études s'intéressent au bassin du Congo dans sa globalité, et très peu d'entre elles s'intéressent aux zones périphériques et à leurs particularités locales, dont la mosaïque forêt/savane de la chefferie des Batéké Nord fait partie. En effet, même si les analyses territoriales ont bien longtemps délaissé les espaces aux marges, il a été mis en avant qu'il existe une véritable dynamique propre à ces espaces de transition (Prost, 2004), dont la mosaïque forêt/savane fait partie, et leurs études apparaissent aujourd'hui primordiales dans les études géographiques (Fagnoni *et al.*, 2017) afin de comprendre toute la complexité et les singularités de ces espaces si particuliers.

Cette dernière partie du manuscrit de thèse propose de se pencher plus en détail sur la dynamique spatio-temporelle récente de la mosaïque forêt/savane en se focalisant notamment sur son couvert forestier, ainsi que sur les facteurs responsables de son évolution et de sa résilience d'après une approche socio-écosystémique. Cette partie, couvrant une période s'étalant de 1973 à 2016, permet de s'intéresser à l'évolution du paysage au cours de la période « postindépendance » du pays. Afin de conduire les analyses, deux méthodologies complémentaires ont été développées, couplant télédétection et enquêtes socio-économiques, afin d'appréhender toute la complexité des interactions à l'œuvre au sein de ce socio-écosystème. En effet, ces deux approches permettent de s'intéresser à l'évolution des relations entre l'écosystème, caractérisé par la structure du milieu, et le socio-système, composé de différents acteurs locaux exploitant et/ou règlementant les services de productions rendus par le milieu.

Les atouts de la télédétection ne sont plus à prouver en termes de suivi des dynamiques d'occupation des sols ; depuis le début des années 2000 les suivis de la déforestation y font presque toujours appel (Mayaux *et al.*, 2003 ; Etienne, 2006 ; N'Da *et al.*, 2008 ; Demaze, 2011 ; Mama *et al.*, 2014 ; Mikwa *et al.*, 2016 ; Lee *et al.*, 2020). Cette partie entend s'appuyer sur la télédétection pour conduire une analyse multi-temporelle du paysage, en quantifiant et localisant les zones sujettes à la déforestation, mais également celles présentant une dynamique d'expansion forestière. En parallèle, les résultats obtenus sont confrontés à des données socio-économiques recueillies lors d'enquêtes de terrain auprès de la population, permettant de retracer l'histoire de la zone en termes d'activités humaines, mais également de gouvernance des terres caractérisant le réseau institutionnel en charge de la gestion des territoires. En effet, les systèmes de gouvernance, initialement exclusivement sous l'autorité étatique dans une logique productiviste (Duran, 1998) ont progressivement intégré une multitude d'acteurs issus de

la société civile, tels que les experts scientifiques, les organisations non-gouvernementales (ONG) ou encore des entreprises du secteur privé, alimentant ensemble les débats autour des questions de développement et de gestion des ressources naturelles, d'autant plus en milieu tropical (Nasi & Guéneau, 2007 ; Armitage *et al.*, 2012). La chefferie des Batéké Nord n'étant pas exempt de cette tendance avec l'installation de plusieurs ONGs sur son territoire, il semblait primordial de les intégrer dans l'étude, au-delà des seules activités humaines transformatrices du paysage, le rôle de ces nouveaux acteurs venant modifier les modes d'accès à l'espace et aux ressources.

Au final, cette partie vise à dresser un bilan de la situation actuelle de la mosaïque forêt/savane au travers de son évolution récente en termes de dynamique de déforestation et de changements socio-économiques ayant affecté la population locale depuis l'indépendance du pays. Dès lors, nous allons chercher à répondre à différentes problématiques s'intéressant à l'histoire récente de la mosaïque, à savoir :

- comment a évolué le couvert forestier depuis les années 1970 et cette évolution a-t-elle été linéaire ou au contraire présente-t-elle plusieurs tendances évolutives ?

- la mosaïque forêt/savane étant un paysage hétérogène, existe-t-il un même profil paysager d'évolution sur l'ensemble de la zone d'étude, ou existe-t-il une variabilité spatiale ?

- dans quelles mesures les populations humaines, mais également le système de gouvernance locale, ont-ils été et sont-ils toujours impliqués dans la dynamique du paysage ?

Pour répondre à ces interrogations, cette partie propose une étude en deux temps, avec tout d'abord une analyse à l'échelle de la zone d'étude dans sa globalité, avant de s'intéresser à la variabilité locale en se basant sur une analyse à l'échelle des territoires villageois. Les résultats obtenus, à l'instar de cette thèse, entendent appuyer les politiques de développement et de conservation menées localement en apportant de nouvelles connaissances quant au milieu, à la fois écologique, mais également sociiale, tout en accordant une part importante au discours et aux perceptions des populations locales.

3. Matériels et méthodes

3.1. Site d'étude

Le site d'étude ayant été présenté à plusieurs reprises au cours des parties précédentes, il ne sera pas de nouveau détaillé ici. Toutefois, certaines analyses ayant été conduites à l'échelle des territoires villageois, il est nécessaire que chacun d'entre eux soient localisés

précisément. La Figure 6.1 présente l'ensemble des territoires villageois structurant la zone d'étude. Chacun de ces territoires correspond à une portion de terre possédée par un clan, avec un chef de terre qui en est le principal possesseur et gestionnaire. Au nombre de dix, ces territoires correspondent à des unités géographiques reconnues par l'administration étatique et pour lesquels les chefs de terre ont conservé un pouvoir coutumier. Ainsi, l'installation de fermes sur un territoire, par exemple, nécessite l'accord du chef de terre en charge de ce territoire, et de surcroît le versement d'un loyer, lequel peut être d'ordre financier ou payé en nature selon l'accord qui lie le fermier au chef de terre. Outre la taille des territoires qui varie, des villages sont installés dans certains d'entre eux. C'est le cas pour les territoires Meseon, Embaa, Embirima, Mpelu, Nkala, Nkoo et Nkuru. À l'inverse, d'autres territoires ne présentent aucun village. Ce cas de figure concerne les territoires Bodzuna, Makaa, Engunu et Mobea Tsalu. De même, certains territoires présentent davantage d'espaces forestiers appartenant au réseau de forêts communautaires que d'autres, avec deux d'entre eux qui ne présentent même aucune forêt protégée. C'est le cas des territoires Meseon et Embaa.

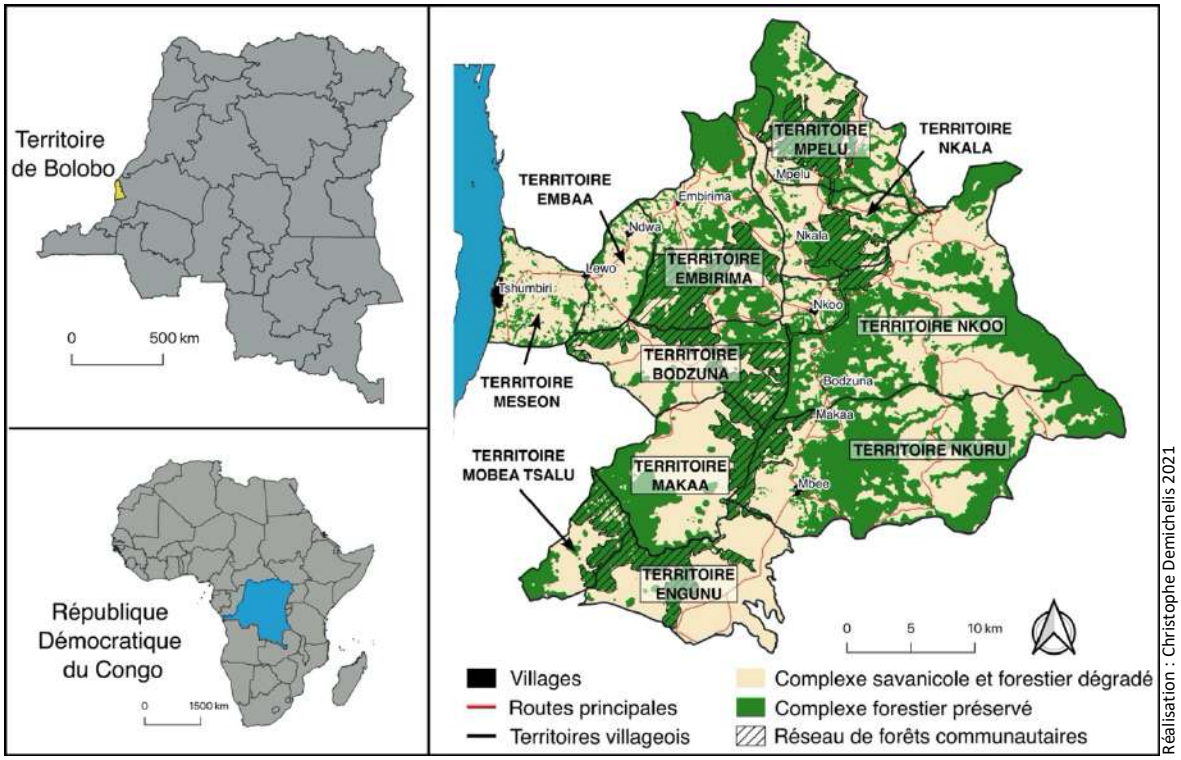


Figure 6.1 : Délimitation des différents territoires villageois structurant l'ensemble du site d'étude.

3.2. Les données satellitaires

Quatre images satellites ont été utilisées pour conduire une analyse de l'évolution du couvert forestier entre 1973 et 2016. Afin de diminuer les biais d'analyse, les quatre images utilisées sont des images Landsat présentant la même résolution spatiale de 30x30m, à l'exception de l'image la plus ancienne présentant une résolution de 68x83m. Il est important de noter que ces images Landsat sont les seules disponibles pour la zone étudiée offrant à la fois une telle résolution et une telle profondeur temporelle. Ces différentes images ont été téléchargées sur le site EarthExplorer de l'Institut d'études géologiques des États-Unis (*United States Geological Survey* - USGS) : 1973 (Landsat 1), 1984 (Landsat 4-5), 2000 (Landsat 7) et 2016 (Landsat 8). Ces images ont été corrigées atmosphériquement à partie du modèle 6S. À noter que le choix de ces dates est directement lié aux évolutions agraires de la zone, à l'arrivée de nouveaux acteurs locaux en termes de développement et de conservation, ainsi qu'à la disponibilité d'images de qualité. L'image de 1973 correspond à la plus ancienne image disponible pour la zone d'étude. L'image de 1984 a été choisie afin d'analyser l'effet de la chute du cours des matières premières à l'échelle internationale au début des années 1980. Cette crise a conduit les populations de la zone à arrêter la culture du café, par manque de rentabilité, laquelle a connu son apogée durant les années 1970 jusqu'au début des années 1980. La troisième image de 2000 a été choisie afin de marquer l'arrivée des ONGs dans le processus de gouvernance des terres, de conservation et de développement humain à l'échelle de la zone d'étude à la fin des années 1990, et notamment la BIACO et MMT. Ainsi, la période de 1973 à 1984 est marquée par la culture du café, celle de 1984 à 2000 par un ralentissement de l'économie agricole locale, puis celle de 2000 à 2016 par les actions des ONGs venant modifier les modes d'utilisation des terres.

3.3. Les données socio-économiques

3.3.1. Les données qualitatives

Dix-huit entretiens de groupe ont été réalisés dans neuf des dix villages de la zone d'étude. Ce type d'entretien n'a pas pu être conduit au sein du village Makaa en raison de sa faible population, ne permettant pas de réunir suffisamment d'individus pour mener à bien ces discussions. Ces entretiens, monogenrés, regroupaient huit à dix hommes ou femmes âgés de 18 à 90 ans afin de couvrir l'ensemble des points de vue de la population. Les entretiens ont été menés en Etio, la langue locale, avec l'aide d'un traducteur qualifié, et des notes détaillées ont été prises. Différentes thématiques ont été abordées lors de ces entretiens, à savoir l'évolution du paysage, l'évolution des pratiques humaines d'exploitation des ressources naturelles et l'impact des différents acteurs de la société civile sur les modes d'accaparement des terres et d'accès à l'espace.

Quarante entretiens compréhensifs individuels ont également été réalisés, principalement avec des personnes âgées reconnues comme détentrices de connaissances et de savoirs liés à l'histoire de la zone d'étude. Ces entretiens ont été réalisés en Etio, avec l'aide d'un traducteur, et ont été enregistrés afin d'être retranscrits à l'issue de la période de terrain. À l'instar des entretiens de groupe, ces entretiens individuels avaient pour principale vocation de comprendre les grandes évolutions en termes de pratiques humaines, d'économie et de gouvernance au cours des 50 dernières années afin de pouvoir les mettre en relation avec l'évolution du couvert forestier observée par télédétection.

Des observations participantes et des visites de terrain ont également été réalisées sur l'ensemble de la zone d'étude afin d'observer et d'analyser la variabilité locale en termes de pratiques humaines au sein des villages, mais également en termes d'environnement et de paysage à l'échelle des territoires villageois. Ces observations quotidiennes réalisées sous forme d'immersion au sein de la population et de visites de sites d'intérêt ont permis le développement de réflexions quant au lien entre l'organisation spatiale des villages et des infrastructures routières au sein de la zone d'étude et l'évolution du paysage. Ces informations et réflexions ont été reportées dans un journal de bord tout au long des neuf mois de terrain. La plupart des sites d'intérêt ont été définis à la suite des analyses par télédétection. Ainsi, les lieux ayant été marqués par des transformations paysagères notables au cours des différentes périodes considérées par les images satellites, que ce soit en termes de déforestation ou d'expansion forestière, ont été visités avec un accompagnateur local connaissant l'histoire humaine et paysagère du site. De même, la présence localement d'une société d'élevage bovin, la SOGENAC, privatisant de larges espaces savanicoles sur différents territoires, a nécessité la visite du siège administratif local. Même si le gestionnaire n'a pas trouvé le temps pour réaliser un entretien organisé et enregistré, une courte discussion informelle a pu être réalisée, laquelle a notamment permis de récupérer des cartes localisant précisément les limites des différentes portions paysagères sous l'autorité de la société, et également d'en définir les périodes de privatisation sans pour autant pouvoir déterminer de dates exactes.

3.3.2. Les données quantitatives

Un questionnaire principalement quantitatif a été élaboré, puis mis en place, dans chacun des villages. La première partie de ce questionnaire avait pour objectif d'identifier la proportion des activités humaines menées dans chacun des villages (chasse, pêche, agriculture, élevage, cueillette), ainsi que leur part dans l'économie des différents foyers interrogés. Une autre partie s'est intéressée aux perceptions des populations quant à leur environnement et son évolution, et notamment en termes de couvert forestier, ainsi qu'à

leur rapport aux ONGs de conservation et au programme de forêts communautaires (Annexe 1). Les données recueillies visent principalement à analyser la situation socio-économiques des différents villages en lien avec les différentes activités humaines, et notamment l'agriculture, principale activité transformatrice du paysage. La réalisation de ces enquêtes s'est faite en deux temps : (i) recensement des foyers pour chaque village, et (ii) réalisation des questionnaires selon un échantillonnage stratifié. Le foyer a été défini comme une cellule familiale composée d'un homme ayant quitté le domicile parental, célibataire ou vivant en couple avec une ou plusieurs femmes, avec ou sans enfant. Les femmes célibataires, jeunes ou âgées, étant intégrées dans une cellule familiale proche au sein de laquelle un homme est présent (père, fils, frère, oncle), ces dernières n'ont pas été considérées comme formant un foyer à part entière. Le recensement des foyers a été réalisé avec un habitant de chacun des villages connaissant les différentes parcelles structurant le village ainsi que leurs occupants. Une fois le recensement réalisé, les villages ont été répartis en classes permettant de déterminer la proportion de questionnaires à réaliser dans chacun d'entre eux. Le Tableau 6.1 synthétise la méthode d'échantillonnage réalisée en fonction du recensement des foyers dans chaque village, avec le nombre de questionnaires mis en place. Au total, ce sont 800 questionnaires qui ont été réalisés avec l'aide d'un traducteur qualifié et 36,5% des foyers recensés au sein de la zone d'étude qui ont été enquêtés.

Tableau 6.1 : Catégorisation des villages en classes selon le nombre de foyers par village, proportion théorique de questionnaires à réaliser pour chacune des classes et questionnaires effectifs mis en place dans chaque village selon une méthodologie stratifiée.

Classe d'échantilonage	Nombre de foyers par classe	Proportion de questionnaires visés par classe (%)	Villages	Foyers recensés par village	Questionnaires réalisés par village	Proportion de foyers enquêtés par village (%)
1	moins de 25	80	Makaa	13	11	84,6
2	de 26 à 50	70	Nkala	46	33	71,7
3	de 51 à 100	60	Bodzuna	76	47	61,8
			Mpelu	88	56	63,6
4	de 101 à 200	50	Embirima	119	63	52,9
			Lewo	151	77	51,0
5	de 201 à 400	40	Ndwa	204	85	41,7
			Nkoo	253	102	40,3
			Mbee	329	132	40,1
6	de 401 à 800	30	/	/	/	/
7	plus de 800	20	Tshumbiri	913	194	21,2

3.4. Analyse des données

Pour chacune des images, une classification supervisée orientée objet a été réalisée. Celle-ci catégorise les pixels en deux classes d'unités paysagères, les espaces forestiers et les espaces non-forestiers (unités paysagères herbacées, de sols nus ou d'espaces arbustifs).

Cette classification orientée objet tient compte de la texture des pixels, de leur corrélation spatiale et de leurs caractéristiques spectrales. Le choix de cette classification est de se focaliser sur l'évolution des zones forestières afin de s'intéresser à la fois aux dynamiques de déforestation et à celles d'expansions forestières entre chacune des années considérées. La Figure 6.2 présente la chaîne de traitement ayant permis l'analyse des images satellites par télédétection.

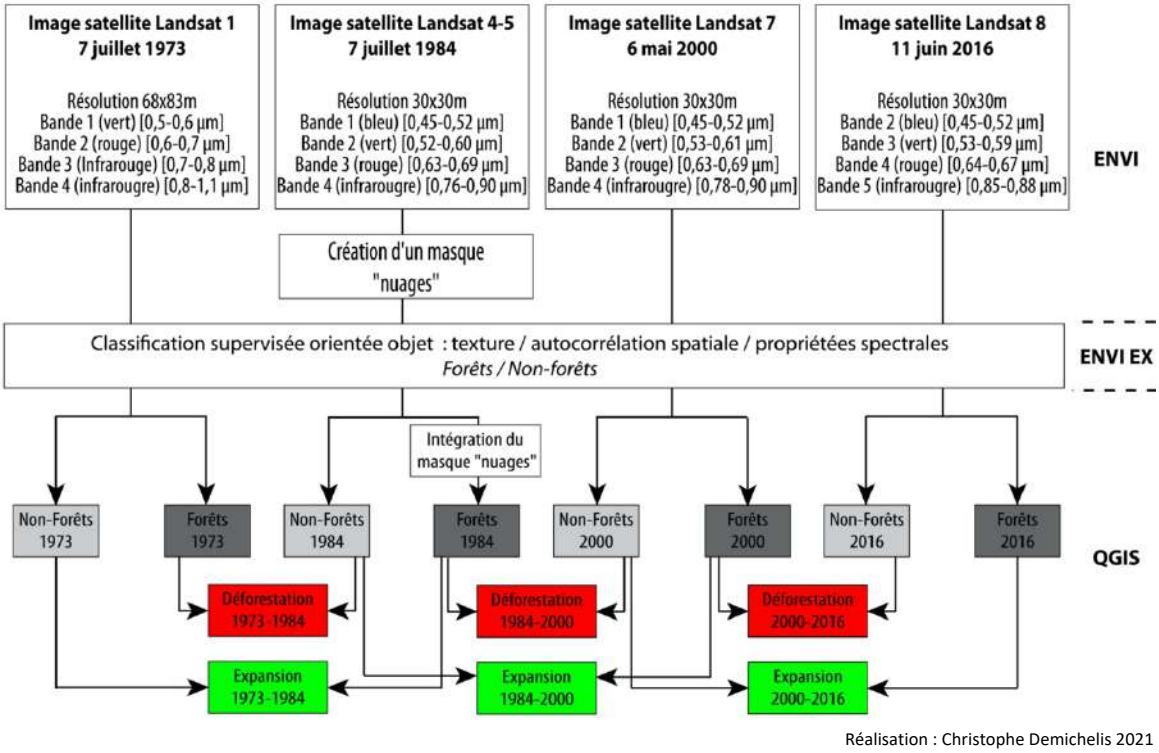


Figure 6.2 : Chaîne de traitement des images satellites de 1973, 1984, 2000 et 2016 par télédétection et système d'information géographique.

Les données issues de télédétection ont été analysées statistiquement afin de quantifier la perte de couvert forestier ainsi que l'expansion forestière au cours des trois périodes considérées pour l'ensemble de la zone étudiée : entre 1973 et 1984, entre 1984 et 2000 et entre 2000 et 2016. Pour chacune des années, les quantités brutes d'espaces forestiers et d'espaces non-forestiers ont été identifiées, permettant dans un deuxième temps de calculer les taux de déforestation et d'expansion forestière pour chacune des périodes. Ces tendances ont été confrontées aux données socio-économiques afin de déterminer les grandes transformations ayant pu entraîner ces évolutions du paysage forestier. À cela s'ajoute une série de cartographies permettant de localiser les fronts de déforestation ainsi que les zones d'expansion forestière au sein de la zone d'étude pour chacune des périodes. De même, ces cartes ont été confrontées aux données socio-économiques afin d'analyser plus en finesse les facteurs ayant influencé ces dynamiques paysagères. Dans un deuxième temps, les quantités d'espaces forestiers ont été calculées indépendamment

pour chacun des territoires villageois et ce pour chaque année. Ces données ont permis l'analyse de l'évolution du couvert forestier entre 1973 et 2016 pour chacun des territoires, mettant en avant une diversité de profils de déforestation et d'expansion forestière. Ces différents profils ont ensuite été analysés de manière individuelle et leurs évolutions ont été corrélées aux données socio-économiques générales et particulières.

4. Résultats

4.1. Évolution du couvert forestier entre 1973 et 2016 à l'échelle de la zone d'étude

4.1.1. Balance entre déforestation et expansion forestière

L'incorporation des analyses réalisées par télédétection a permis de quantifier les pertes et les gains de surfaces forestières au cours des trois périodes considérées. Le Tableau 6.2 présentent les quantités brutes en hectares, ainsi qu'en proportions à l'échelle du paysage, des zones forestières et non-forestières pour chacune des années considérées.

Tableau 6.2 : Quantités et proportions d'espaces forestiers et non-forestiers pour chacune des années étudiées à l'échelle de la zone d'étude.

Année	Forêts (ha)	Forêts (%)	Non-forêts (ha)	Non-forêts (%)
1973	62618	51,52	58914,78	48,46
1984	60327,95	49,64	61208,79	50,34
2000	62268,75	51,27	59192,06	48,71
2016	61096,81	50,27	60429,74	49,7

Ces premiers résultats mettent en avant différentes tendances en termes de composition du paysage et d'évolution du couvert forestier. En 1973, la forêt représentait 51,52% du paysage, avant de passer sous la barre des 50% en 1984 (49,64%), traduisant une perte nette de surface forestière entre 1973 et 1984. En revanche, entre 1984 et 2000 la tendance s'inverse avec un regain des surfaces forestières qui repassent en 1984 au-dessus de la barre des 50% (51,27%) retrouvant à quelques hectares près sa situation de 1973. Toutefois, en 2016 une nouvelle baisse est observée, avec 50,27% du paysage composé de forêts, même si cette baisse est plus faible qu'entre 1973 et 1984.

Afin de s'intéresser au taux de déforestation, mais également à l'expansion forestière, le Tableau 6.3 présente les quantités de forêts ayant disparu, mais également ayant colonisé des espaces non-forestiers, au cours des trois périodes considérées. Ces résultats ont été calculés en croisant les données issues des images satellites deux à deux. Les données en pourcentage correspondant aux pertes et aux gains de forêts sont calculées indépendamment par rapport aux surfaces forestières et non-forestières présentent au

début des périodes considérées. L'évolution du couvert forestier exprimée en pourcentage est, quant à elle, calculée à l'échelle du paysage dans sa globalité afin d'exprimer la proportion effective du paysage ayant connu une transformation.

Tableau 6.3 : Évolution du couvert forestier en termes de déforestation et d'expansion forestière entre 1973 et 2016 à l'échelle de la zone d'étude.

Période	Perte de forêts (ha)	Perte de forêts (%)	Gain de forêts (ha)	Gain de forêts (%)	Évolution du couvert forestier (ha)	Évolution du couvert forestier (%)
1973-1984	5584,05	8,92	3289,2	5,58	-2294,85	-1,89
1984-2000	2675,69	4,44	4683,13	7,65	+2007,44	+1,65
2000-2016	5375,1	8,63	4130,74	6,98	-1244,36	-1,02

Les résultats présentés dans le Tableau 6.3 permettent de nuancer les tendances observées précédemment grâce à la prise en compte à la fois des taux de déforestation, mais également d'expansion forestière. Ainsi, entre 1973 et 2016 la paysage a finalement connu une faible transformation d'après ces données quantitatives, avec un changement d'occupation des sols effectifs compris entre 1% et 2% au cours de chacune des périodes considérées. Toutefois, la tendance précédemment observée est bien identifiable avec ces nouvelles données, avec trois dynamiques distinctes entre les différentes périodes à l'échelle globale du paysage : (i) une première période de diminution des espaces forestiers entre 1973 et 1984 (-1,89%), (ii) suivie par un regain des espaces forestiers entre 1984 et 2000 (+1,65%), (iii) avant d'observer de nouveau une diminution, toutefois moins marquée, entre 2000 et 2016 (-1,02%).

4.1.2. Principaux facteurs temporelles de déforestation et d'expansion forestière

Entre 1973 et 1984 il est bien observé une dynamique générale de déforestation, conduisant à une perte effective de 1,89% d'espaces forestiers à l'échelle du paysage. Durant cette période, l'expansion forestière n'a pas compensé la dynamique de déforestation. Le taux de déforestation brut de 8,92% assez élevé durant cette période s'explique par le développement de la culture du café durant les années 1970 et début 1980, et donc l'ouverture de nombreuses plantations de cafés en espaces anciennement forestiers. Comme l'explique un notable de Bodzuna :

> *« Au moment de l'indépendance tout le monde s'est mis à cultiver du café. À l'époque, tous les papas défrichaient la forêt pour planter du café. Moi-même j'ai beaucoup cultivé le café […] C'est venu grâce à un homme qui vivait à Masia, de l'autre côté du Kasaï. Il a commencé à cultiver [du café] dès 1948 dans son exploitation de bois forestier. Vers 1958-1959 des employés ont*

> *commencé à voler des pieds pour les revendre de ce côté du Kasaï, c'est comme ça que la culture [du café] est arrivée et s'est développée. […] C'est aussi grâce à Luca Luca, un commerçant qui venait jusqu'au village pour acheter le café. Il passait dans tous les villages et il achetait. Sans Luca Luca les gens n'auraient pas cultivé le café car avant lui il n'y avait pas d'acheteur, et les Batéké normalement ne cultivent pas le café »* (homme de Bodzuna, environ 70 ans, agriculteur, commerçant de cigarettes).

Entre 1984 et 2000 en revanche la tendance s'inverse. Même si une perte d'espaces forestiers est avérée (taux brut de déforestation de 4,44%), celle-ci est compensée par une dynamique d'expansion forestière générale plus élevée (7,65%). Ainsi, durant cette période, outre le gain de forêts issues d'une expansion sur les espaces savanicoles, un retour au stade forestier d'une partie des champs précédemment ouverts est observé. Ceci s'explique notamment par l'arrêt de la culture du café et l'abandon des champs, avec uniquement un maintien de l'agriculture vivrière, principalement du manioc. Comme l'explique le doyen des Batéké au moment de l'étude :

> *« Les gens ont arrêté de cultiver le café vers 1988, après la mort de Luca Luca, qui venait acheter le café directement au village, mais aussi avec la chute des prix. C'était devenu trop compliqué de vendre, il fallait se déplacer jusqu'à Kinshasa. Mais il fallait des papiers de l'agronome d'État pour les contrôles sur le trajet, ce qui était donc très rare […] Après jusque 2000 les gens ont seulement cultivé le manioc et la canne à sucre pour eux, et la vente se faisait que pour de toutes petites quantités, au village ou à Tshumbiri, juste pour avoir un peu d'argent quand c'était nécessaire »* (homme de Mbee, environ 90 ans, agriculteur).

Enfin entre 2000 et 2016 une nouvelle perte d'espaces forestiers est de nouveau observée, avec une diminution nette de 1,02% à l'échelle du paysage. Cette tendance est due à un regain de la dynamique générale de déforestation (8,63%), qui retrouve un taux similaire à celui de la période de 1973-1984, lequel n'est pas compensé par l'expansion forestière (6,98%). Ces deux tendances s'expliquent par l'installation des ONGs sur le territoire et le développement de l'élevage par la SOGENAC, venant modifier les politiques économiques, mais également les règles d'accès à la terre. En effet, la BIACO, installée dans la zone entre 1998 et 2005, a entamé le développement de la culture commerciale de maïs, en agissant à la manière d'une coopérative, laquelle s'est poursuivie même après le départ de l'ONG. Cette nouvelle opportunité économique pour les populations locales a entraîné à partir du début des années 2000 une forte augmentation de ce type de culture, et donc inévitablement une augmentation des surfaces forestières défrichées

conduisant à ce taux de déforestation relativement élevé. Comme l'expliquent des habitants de Nwda :

> *« Le maïs c'est comme avant le café. C'est une culture commerciale […] Le maïs ça a commencé en 1998, avec la BIACO. C'est à ce moment qu'ils [la BIACO] ont commencé à distribuer un peu des semences, et après les semis ils [la BIACO] venaient acheter la récolte avec le véhicule directement au village, dans tous les villages qui cultivaient le maïs, et ils [la BIACO] revendaient à Kinshasa. Ils nous facilitaient le transport […] D'abord c'était du troc. En échange des récoltes on nous donnait des tôles pour les constructions des maisons. Et après il y a eu aussi l'échange avec les vélos. C'est grâce à ça qu'aujourd'hui il y a beaucoup de vélos […] Mais c'est après le départ de la BIACO que la culture du maïs a vraiment explosé. Comme on avait commencé cette culture avec l'initiative de la BIACO on a continué, et on a trouvé des acheteurs à Tshumbiri sur le fleuve qui partaient vendre à Kinshasa. D'autres ont commencé à faire eux-mêmes le voyage jusqu'à Kinshasa pour gagner plus. C'est surtout les jeunes. Là ce n'était plus du troc, on gagnait de l'argent, et comme les prix ont augmenté on a cultivé de plus en plus le maïs »* (groupes de notables de Ndwa, plus de 60 ans).

Outre l'apparition de la culture du maïs, ce témoignage met également en avant une transformation du mode de vie, avec le développement des tôles, diminuant l'utilisation des matières végétales pour les toits (Photo 6.1), mais également l'expansion des vélos, facilitant les déplacements et donc les possibilités d'échanges et de flux commerciaux entre les villages. Cela traduit l'apparition localement d'un nouveau modèle économique à cette période, dans une logique néolibérale et une ouverture sur les marchés extérieurs pour l'ensemble des villages, notamment avec Kinshasa, auparavant principalement réservé à Tshumbiri. Dans la même logique néolibérale d'augmentation des échanges, l'offre en produits manufacturés a également évolué à cette période, avec la création d'un marché bimensuel à Thsumbiri à la fin des années 2000, ce qui a eu un effet direct sur l'augmentation des surfaces du maïs cultivées. Comme l'explique le doyen des Batéké :

> *« Depuis la création de Libonza [le marché bimensuel] il est possible d'acheter toutes sortes de choses qui viennent de Kinshasa. Des habits, des panneaux solaires, des radios, des torches. Ça permet d'acheter toutes ces choses modernes. Avant il fallait aller à Kinshasa si on voulait acheter tout ça […] Avant on avait moins besoin d'argent car on ne cherchait pas à acheter toutes ces nouvelles choses-là. Maintenant aujourd'hui on peut tout acheter ici, alors c'est pratique, mais il faut de l'argent pour ça. C'est pour ça que les gens*

cultivent aujourd'hui beaucoup le maïs, c'est pour acheter tout ça » (homme de Mbee, environ 90 ans, agriculteur).

Photo 6.1 : Habitation avec toit de tôle à l'avant, et toit traditionnelle à l'arrière.

La culture du maïs n'est cependant pas la seule raison de l'augmentation des surfaces forestières défrichées. Le développement de l'élevage par les petits exploitants agricoles a entraîné une diminution de la culture en savane, voire un arrêt total dans la majorité des villages. Ainsi, pour maintenir une production agricole de subsistance suffisante, les populations ont transféré leurs champs de savane en forêt, entraînant une augmentation des surfaces défrichées dans les espaces forestiers. Comme l'explique le même groupe de notables de Ndwa :

> *« Dans les années 1990 l'élevage s'est développé et le nombre de petits fermiers a très vite augmenté. Aujourd'hui il y a de l'élevage dans presque toutes les savanes, ce qui empêche la culture en savane par les femmes. Ici à Ndwa toutes les savanes sont occupées par l'élevage, il n'y a plus de place pour le manioc qui se fait détruire par les vaches. Ça a créé des conflits. Mais comme les fermiers ils payent [pour l'accès aux savanes] et les femmes non, alors ils gagnaient toujours et les femmes ont arrêté de cultiver en savane […] Avant la BIACO il n'y avait pas beaucoup d'élevage, seulement les anciens employés de la SEBO [ancien nom de la SOGENAC] qui recevaient une génisse à la retraite. Mais c'est eux [la BIACO] qui ont développé ça. Ils [la BIACO] ont fait du*

métayage, c'est-à-dire ils faisaient tourner les bêtes entre les éleveurs, chaque année, et après ils partageaient avec les éleveurs les nouvelles bêtes. C'est ça qui a développé l'élevage […] Donc à cause de l'élevage aujourd'hui on cultive seulement en forêt, c'est aussi pour ça que les champs en forêt ont augmenté » (groupes de notables de Ndwa, plus de 60 ans).

Toutefois, l'arrivée au même moment de l'ONG MMT, laquelle a été rejointe par le WWF en 2005, a permis de limiter les effets de la déforestation en favorisant à l'inverse une expansion forestière. Le réseau de forêts communautaires mis en place petit à petit à partir de 2001 a permis la protection de certains espaces forestiers au sein desquels l'agriculture est interdite. Cela a permis la protection de larges zones forestières face aux activités agricoles, tout en favorisant l'expansion de celles-ci sur certaines zones savanicoles. Comme l'explique un pisteur de MMT lors d'une visite au sein de la forêt de Bodzuna :

« Tu vois cette savane, elle est entourée par la forêt communautaire de Bodzuna. Les gens n'ont pas le droit de cultiver dans cette forêt. C'est laissé pour les bonobos. Ils [les villageois] ont arrêté de la bruler aussi [la savane], et chaque année elle rétrécit. C'est la forêt qui gagne sur la savane. Un jour elle [la savane] n'existera plus ici, il n'y aura plus que la forêt ici » (homme de Bodzuna, environ 60 ans, pisteur MMT, agriculteur, chasseur).

À noter que les forêts communautaires ne sont pas les seules à avoir un rôle positif sur l'expansion forestière. La sensibilisation des populations par les ONGs sur les feux de brousse (Photo 6.2), leur interdiction, ainsi que la privatisation de larges zones de savanes par la SOGENAC, favorisent l'expansion des forêts. Concernant les feux de savane, le doyen des Batéké explique :

« Quand j'étais enfant il n'y avait pas les routes comme aujourd'hui, alors on brûlait les savanes en saison sèche pour faciliter les déplacements, parce que ça coupe [les hautes herbes] quand c'est sec ! Mais avec la route ça a quand même continué, c'est comme une tradition. Et puis ça permet de limiter aussi l'avancée de la forêt sur la savane. Mais aujourd'hui c'est devenu interdit de brûler les savanes, on peut prendre des amendes. Les employés de MMT et du WWF sont venus nous avertir, nous dire qu'il fallait arrêter. Et ceux [les employés] du WWF ils mettent des amendes s'ils vous attrapent à mettre le feu là ! Mais malgré tout ça continue quand même. Même si ça a un peu diminué il y a beaucoup de savanes qui sont encore brûlées, c'est la tradition » (homme de Mbee, environ 90 ans, agriculteur).

Photo 6.2 : Feu de savane aperçu depuis la route entre Bodzuna et Makaa.

De même, en ce qui concerne l'élevage, un notable de Nkala et ancien employé de la SOGENAC raconte :

> *« Quand j'étais jeune je travaillais pour la SEBO [ancien nom de la SOGENAC] là-bas à Malebo [les plus anciennes savanes privatisées de la zone]. Aujourd'hui ces savanes c'est presque que de la forêt. Comme la société elle privatise les savanes, elles [les savanes] ne sont plus brûlées comme avant. C'est moins souvent. Et puis il y a les bêtes, elles vont manger à l'entrée des forêts et après ça elles emmènent des graines partout dans la savane. Ça fait qu'il y a plein de petits arbres dans la savane et ça crée des forêts. Un jour là-bas [les savanes de Malebo] ça ne sera plus que de la forêt. Là où il y a de l'élevage, c'est toujours la forêt qui finit par gagner »* (homme de Nkala, environ 90 ans, retraité de la SOGENAC, agriculteur).

Ainsi, alors qu'avant 2000 la dynamique paysagère, et notamment l'intensité de déforestation, était largement influencée par la présence / absence d'activités villageoises agricoles à but commercial, de nouveaux acteurs de la société civile ont fait leur apparition par le biais d'ONGs et de sociétés privées. Ces dernières s'avèrent jouer un rôle essentiel dans la gouvernance des terres, l'accaparement de l'espace et la réglementation liée à l'exploitation des ressources, ce qui inévitablement se répercute sur la dynamique du milieu et donc du paysage et des forêts.

4.2. Analyse spatiale et multi-temporelle des fronts de déforestation et d'expansion forestière

4.2.1. Une déforestation en mitage entre 1973 et 1984

La Figure 6.3 localise les zones de déforestation et d'expansion forestière entre 1973 et 1984.

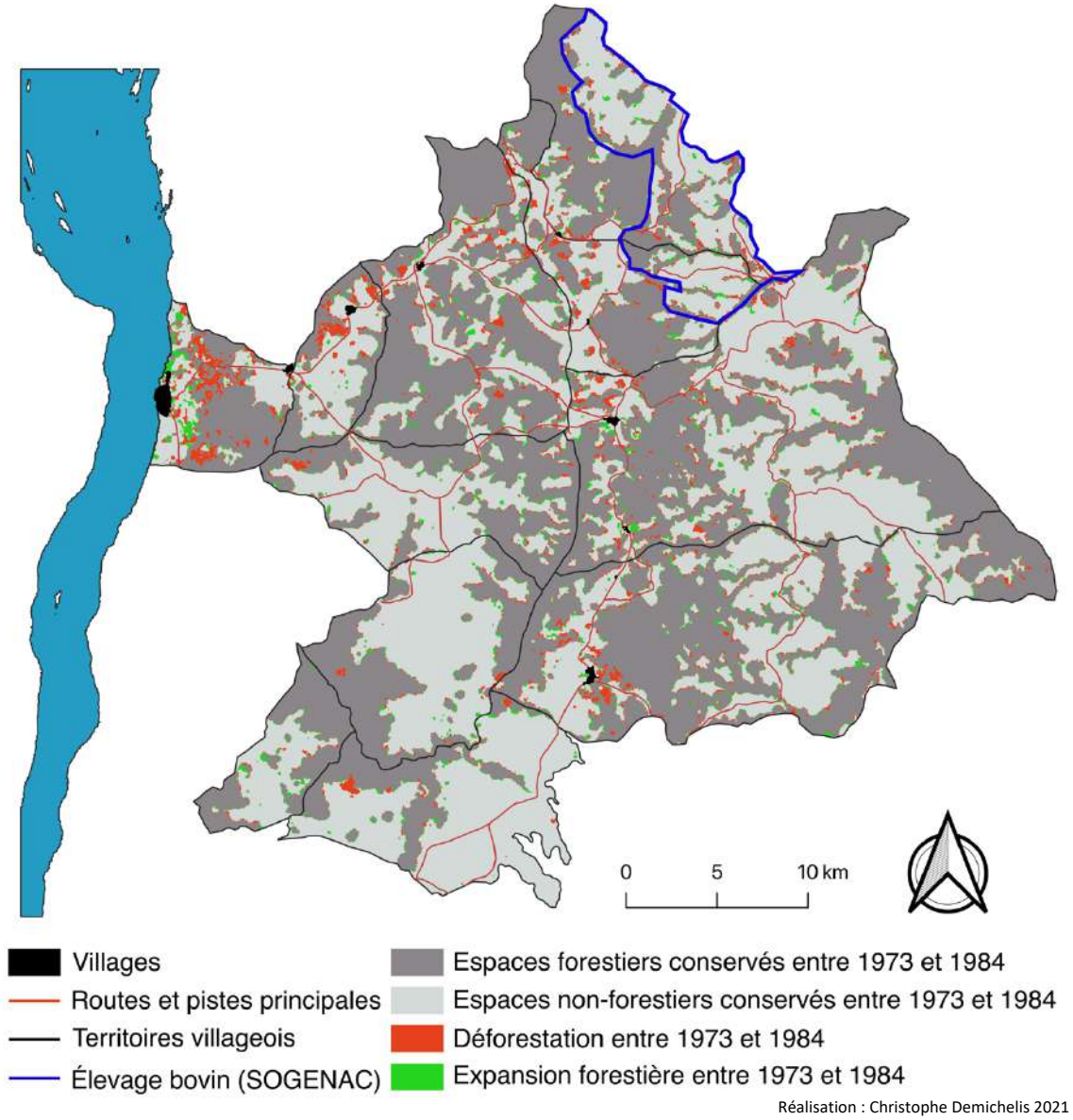


Figure 6.3 : Évolution du couvert forestier par télédétection entre 1973 et 1984 localisant les zones de déforestation et d'expansion forestière à l'échelle de la zone d'étude.

L'expansion de la culture du café durant cette période a entraîné une déforestation dite en mitage, en particulier en périphérie directe des villages. À l'inverse, l'expansion forestière observée se situe à la périphérie des forêts les plus éloignées des villages, avec

un effet lisière typique de la dynamique écologique de la zone, laquelle se caractérise par une colonisation progressive des espaces savanicoles par la forêt.

À noter que des zones de déforestation sont également observées à distance des villages, et principalement localisées en lisière des forêts. Cela correspond à des pertes de couvert forestier suite à la pratique des feux de savanes pouvant impacter de manière temporaire la lisière des forêts. Par ailleurs la privatisation d'une partie des savanes situées au Nord-Est de la zone par la SOGENAC, la société d'élevage bovin, depuis la fin des années 1950, est un facteur à prendre en compte dans la dynamique du paysage. De manière générale, au sein de cette zone, aucune déforestation en mitage caractéristique de l'ouverture de champs n'est observée, seuls les changements de couverture forestière en lisière des forêts sont à noter, correspondant soit à la perte de forêts due aux feux de brousse, soit à l'expansion forestière des forêts sur les savanes.

4.2.2. Une régénération des espaces forestiers entre 1984 et 2000

La Figure 6.4 présente les zones de déforestation et d'expansion forestière entre 1984 et 2000. Durant cette période est observée une forte régénération forestière sur l'ensemble de la zone d'étude, à l'exception de la zone la plus proche du fleuve, en périphérie de Tshumbiri.

Les anciennes plantations de café établies durant la période précédente et abandonnées au milieu des années 1980 ont progressivement retrouvé un stade forestier. Ainsi, la faible déforestation observée durant cette période correspond principalement aux feux de savanes impactant en de rares endroits la lisière des forêts, et dans une moindre mesure, à de nouveaux champs vivriers ouverts par la population en périphérie des villages. La périphérie de Tshumbiri présente toutefois une situation différente du reste de la zone, avec une déforestation qui reste importante durant cette période. En effet, la localisation de ce village sur la rive du fleuve Congo en fait une place propice au commerce, et ce malgré l'arrêt de la culture du café. Durant cette période, les habitants de ce village, à l'inverse des autres villages localisés dans les terres, ont tout de même poursuivi une agriculture de rente destinée à alimenter la capitale, notamment en manioc, et ce, tout en développant la production de charbon, également à destination de Kinshasa principalement. Concernant l'expansion forestière, outre l'abandon des cultures de café, un effet lisière est observé sur l'ensemble des forêts, traduisant de nouveau cette dynamique écologique de colonisation des savanes par la forêt. À noter qu'au cours de cette période, la SOGENAC a privatisé un nouvel espace au Sud des savanes déjà privatisées dans la période précédente. Au sein de ces deux zones d'élevage, l'effet lisière est très nettement observable, même si une petite zone de déforestation est observée en son centre. Cette déforestation est induite par l'installation d'un petit village, Lebomo, en

charge de la gestion de la nouvelle zone privatisée. Ainsi, les employés de la société ont ouvert de nouveaux champs vivriers en périphérie de ce village durant cette période.

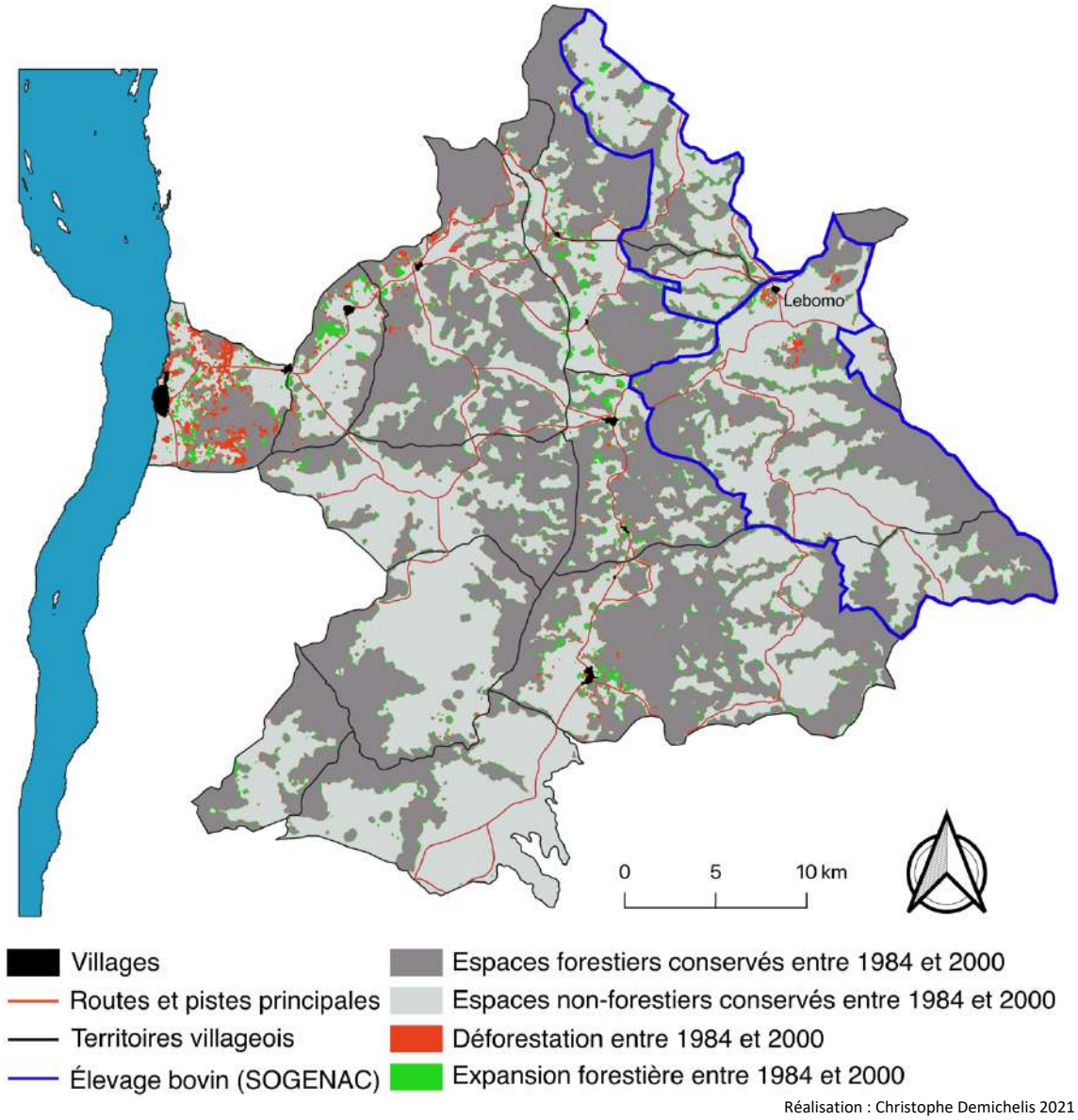


Figure 6.4 : Évolution du couvert forestier par télédétection entre 1984 et 2000 localisant les zones de déforestation et d'expansion forestière à l'échelle de la zone d'étude.

4.2.3. Une rupture spatiale du paysage entre 2000 et 2016

La Figure 6.5 présente les zones de déforestation et d'expansion forestière entre 2000 et 2016. Au cours de cette période est observée une rupture spatiale du paysage en termes de dynamique paysagère, avec des espaces largement soumis à des dynamiques de déforestation et d'autres au contraire présentant une expansion forestière largement observable.

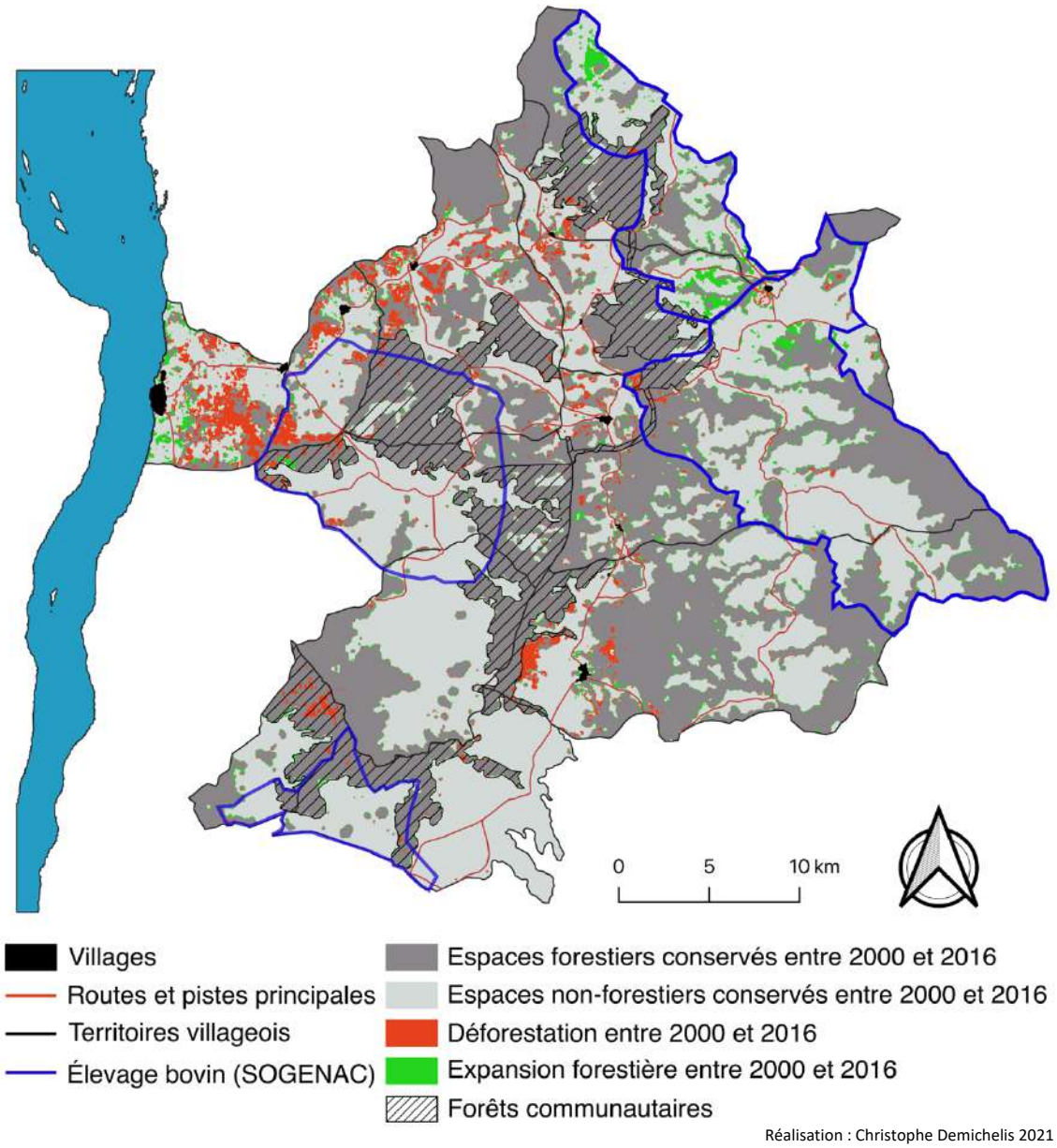


Figure 6.5 : Évolution du couvert forestier par télédétection entre 2000 et 2016 localisant les zones de déforestation et d'expansion forestière à l'échelle de la zone d'étude.

Concernant la perte de couvert forestier, deux fronts de déforestation apparaissent au cours de cette période. Un front principal peut être observé sur l'axe allant de Tshumbiri à Embirima, avec une forte déforestation en périphérie des villages, conduisant à une perte quasiment intégrale des espaces forestiers à proximité directe de ces derniers, caractérisée par un recul net des forêts et la persistance uniquement de corridors de forêts humides non exploitées pour l'agriculture. Un front secondaire de déforestation, de plus faible intensité, est observable sur l'axe allant de Mpelu à Mbee, caractérisé quant à lui par une déforestation en mitage des espaces forestiers en périphérie des villages. Ainsi, un effet de la distance par rapport au fleuve peut être mis en avant sur l'intensité

de déforestation, laquelle décroît avec l'éloignement au fleuve. Cette variation d'intensité s'illustre au travers de l'analyse des activités économiques les plus rémunératrices au sein de chacun des villages, comme le montre le graphique de la Figure 6.6. À noter que l'ordre des villages sur le graphique correspond à la distance les séparant du fleuve, et ce d'après leur emplacement sur la route reliant Tshumbiri (fleuve Congo) à Mbee.

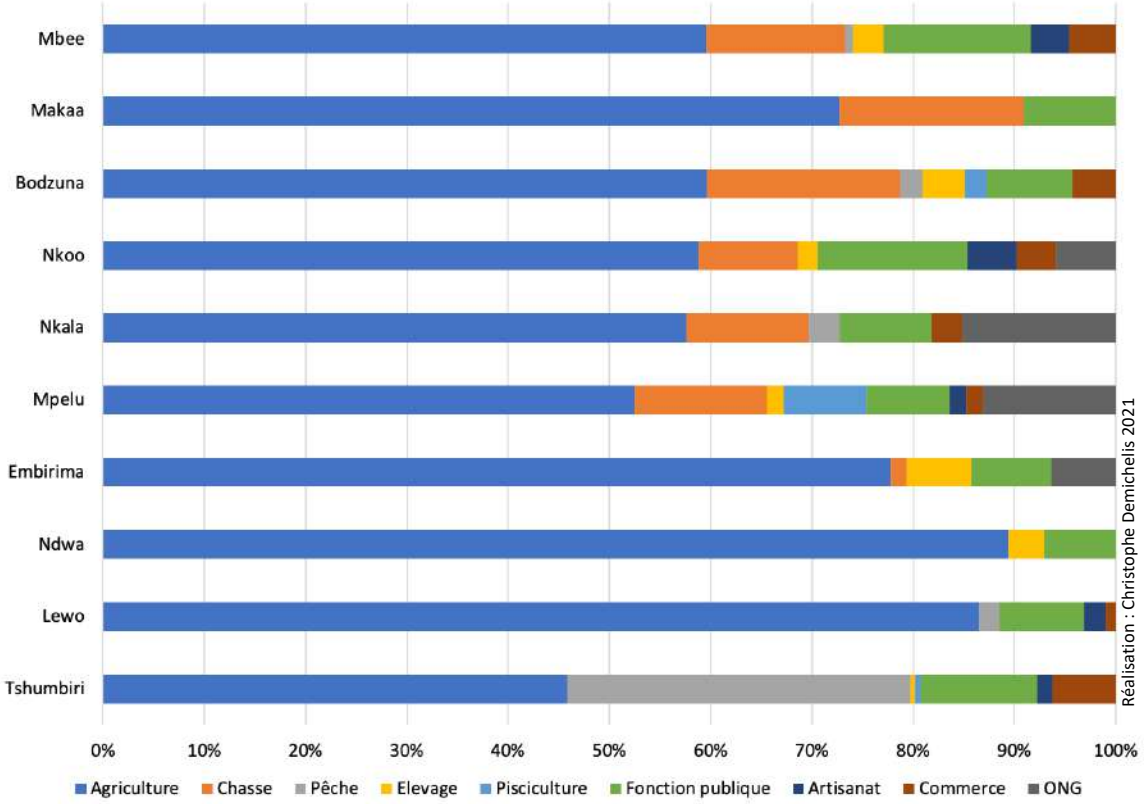


Figure 6.6 : Part des activités économiques les plus rémunératrices au sein de chacun des villages de la zones d'étude.

Sur ce graphique sont présentées, pour chacun des villages, les parts des activités économiques assurant la plus grande rentrée d'argent au sein des différents foyers de chacun des villages. Même si l'agriculture apparaît comme l'activité dominante en termes de revenus principaux pour l'ensemble des villages, une nette diminution est observée pour ceux de l'axe Mpelu – Mbee. Les foyers de ces villages voient notamment la part de la chasse augmenter, mais également pour certains d'entre eux les revenus liés aux ONGs de conservation (Photo 6.3). La population de Tshumbiri dépend quant à elle fortement de l'agriculture et de la pêche, cette seconde activité prenant une place importante d'un point de vue économique de par la proximité directe du village au fleuve. Pour Lewo et Ndwa, c'est bien l'agriculture qui participe le plus à l'économie des foyers, pour plus de 80% d'entre eux. Vient ensuite le cas d'Embirima, pour qui l'agriculture prend une place encore très importante, avec légèrement moins de 80% des foyers. Toutefois, cette

diminution peut être mise en relation avec une proportion non négligeable de foyers dépendant d'un emploi auprès des ONGs. Cette tendance se confirme pour les villages de Nkala et Mpelu, avec une forte diminution de l'agriculture comme principale activité rémunératrice (moins de 60% des foyers), compensée par l'apparition de la chasse et l'augmentation des emplois liés aux ONGs. Dans une moindre mesure cela est également le cas pour la population de Nkoo, qui présente davantage d'emplois de la fonction publique. Cette diminution est également observable pour les villages de Bodzuna et Mbee (moins de 60% des foyers), celle-ci étant notamment compensée par la chasse, en plus des emplois de la fonction publique pour Mbee. À noter que les emplois de la fonction publique regroupent les postes d'enseignement, de santé, de sécurité et d'administration rémunérés directement par l'état. Enfin, Makaa est quelque peu à part. De par sa petite taille et son isolement, la population dépend exclusivement de l'agriculture et la chasse en termes d'économie.

Copyright : Christophe Demichelis 2021

Photo 6.3 : Deux pisteurs de MMT notant leurs observations finales à l'issue de leur journée à suivre les bonobos de la forêt communautaire de Bodzuna (N.B. : les pisteurs de Bodzuna n'étaient pas rémunérés au moment de l'étude et effectuaient ce travail bénévolement)

Cette rupture spatiale est certes induite par la localisation des villages au sein du paysage, mais celle-ci est également due à l'apparition localement de nouveaux acteurs dans la gouvernance des terres et la modification des règles d'accès à l'espace et aux ressources.

Comme durant la période précédente, la SOGENAC a privatisé entre 2000 et 2016 de nouveaux espaces, lesquels sont moins exposés aux activités anthropiques, et il est probable qu'au cours des prochaines décennies ces espaces connaissent une même dynamique d'expansion forestière sur les savanes que les zones d'élevage les plus anciennes. De même à la fin des années 1990, la BIACO et MMT ont favorisé cette rupture spatiale.

Tout d'abord, la BIACO, en implantant localement la culture commerciale du maïs, a favorisé les dynamiques de déforestation. Cette culture nécessitant aujourd'hui de revendre la production à Kinshasa ou à Tshumbiri est davantage pratiquées par les populations des villages les plus proches du fleuve, ce qui explique l'intensité de déforestation plus élevée sur l'axe Tshumbiri – Embirima. Cette rupture spatiale en termes de déforestation liée à la pratique de la culture du maïs est parfaitement visible sur la Figure 6.7. Ce graphe présente le pourcentage de foyers au sein de chaque village pratiquant cette culture de rente, ainsi que la moyenne de sacs vendus en 2016, année avant la réalisation des questionnaires, par chaque vendeur et par foyer, afin de pondérer ce résultat selon la démographie du village. À noter que l'ordre des villages sur le graphique est le même que dans la réalité. Ils sont classés selon la distance les séparant au fleuve et ce d'après leur emplacement sur la route reliant Tshumbiri (fleuve Congo) à Mbee.

Ce graphique met bien en avant les deux fronts de déforestation. Le front principal allant de Tshumbiri à Embirima, et le secondaire, moins intense, allant de Mpelu à Mbee. Alors qu'à Lewo, Ndwa et Embirima, presque 100% de la population pratique la production et la vente de maïs, sur l'axe Mpelu - Mbee cette pratique passe en dessous des 75%, avec même un minimum pour Nkala où seulement 57% des foyers interrogés ont des retombées économiques via la vente de maïs. Par ailleurs, au-delà de la pratique en elle-même, la quantité de sacs produits et vendus diffère également. En effet, les agriculteurs de l'axe Mpelu – Mbee pratiquant cette culture de rente produisent moins de sacs que ceux des villages localisés sur le front de déforestation principal. À noter que cette différence est encore plus flagrante lorsque les chiffres sont ramenés à l'échelle de la population, marquant bien la différence d'intensité de cette pratique entre les deux axes. À noter que le village de Tshumbiri a un profil assez similaire à celui de Mbee. Cela s'explique notamment par la forte pratique de la pêche sur le fleuve Congo dans ce village, comme expliqué par la Figure 6.6. Les habitants de Tshumbiri pratiquent de fait moins systématiquement la culture du maïs afin de s'assurer un revenu. Toutefois, le nombre de sacs produits et vendus par ceux pratiquant cette culture reste plus élevée à Tshumbiri que dans les villages de l'axe Meplu – Mbee.

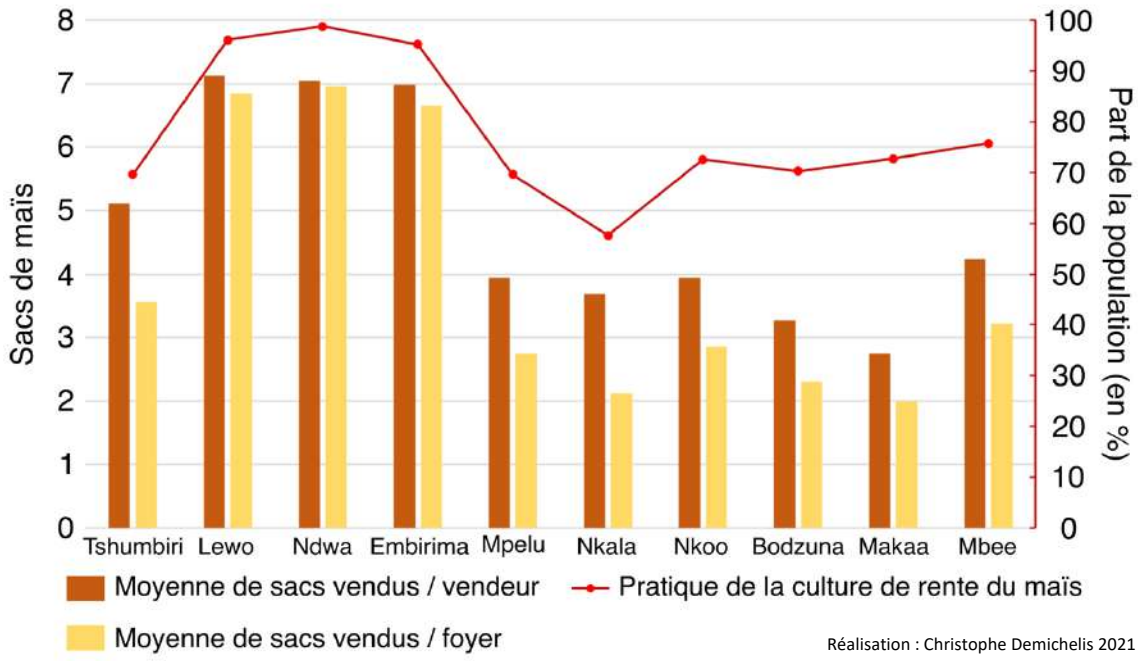


Figure 6.7 : Pratique de la culture de rente du maïs au sein des villages de la zone d'étude en 2016.

Concernant MMT, l'ONG a débuté la mise en place dès le début des années 2000 du réseau de forêts communautaires, lesquelles sont interdites à l'agriculture et de fait permettent la conservation de ces espaces forestiers. De surcroit, MMT et le WWF, lequel s'est installé dans la zone en 2005, ont sensibilisé les populations sur l'interdiction des feux de savanes, lesquels ont diminué au cours de cette période, même si dans les faits leur pratique est encore réelle dans les espaces savanicoles à proximité des villages. La diminution de cette pratique dans les espaces éloignés des villages, mais également dans les savanes privatisées par la SOGENAC, ont facilité au cours de cette période l'expansion forestière par effet lisière, mais également par enfrichement par zoochorie et diminution des feux de savanes. L'effet lisière est particulièrement observable dans les savanes incluses à l'Est de Bodzuna et Mbee qui au cours de cette période ont connu une forte expansion forestière au point de les faire quasiment disparaitre pour certaines. L'effet d'enfrichement par zoochorie dans les zones d'élevage est quant à lui particulièrement visible dans les savanes à l'Est de la zone, avec notamment l'apparition de patchs forestiers dans les espaces savanicoles suite à un enfrichement largement permis par l'espèce *Chromoleana odorata* disséminée par les troupeaux (Photo 6.4).

Pour finir, il est important de relever une déforestation notable au Sud de la zone, au cœur même d'une forêt communautaire, non liée aux activités agricoles. Cette perte de couvert forestier résulte d'une exploitation d'essences rares, et notamment de wengé (*Millettia laurentii*), par une société privée à la fin des années 2000. En effet, les forêts

communautaires n'ayant été officialisée par l'état qu'en 2017, avant cette date la réglementation était officieuse et liée uniquement par un contrat moral les populations humaines aux ONGs. Ainsi cette exploitation a pu être autorisée par l'administration étatique en amont. Toutefois, suite à une visite de terrain, le site anciennement exploité présente une forte densité de jeunes essences forestières, ce qui devrait se traduire dans les années futures par une régénération du couvert forestier et donc une déforestation seulement temporaire.

Photo 6.4 : Enfrichement d'une savane privatisée par la SOGENAC avec au premier plan *Chromoleana odorata* et à l'arrière-plan des espèces forestières pionnières.

4.3. Variabilité locale d'évolution du couvert forestier à l'échelle des territoires villageois

4.3.1. Profils d'évolution paysagère et structure économique villageoise

Avant de s'intéresser aux différents territoires de manière individuelle, ces derniers ont été classés selon cinq profils, lesquels correspondent au type d'évolution paysagère qu'ils ont connu entre 1973 et 2016. Cette catégorisation des territoires est proposée d'après les observations de la Figure 6.8 présentant les différentes évolutions basées sur la

quantité d'espaces forestiers pour chaque date considérée par l'étude. À noter que les résultats ont été exprimés en pourcentage à l'échelle des territoires.

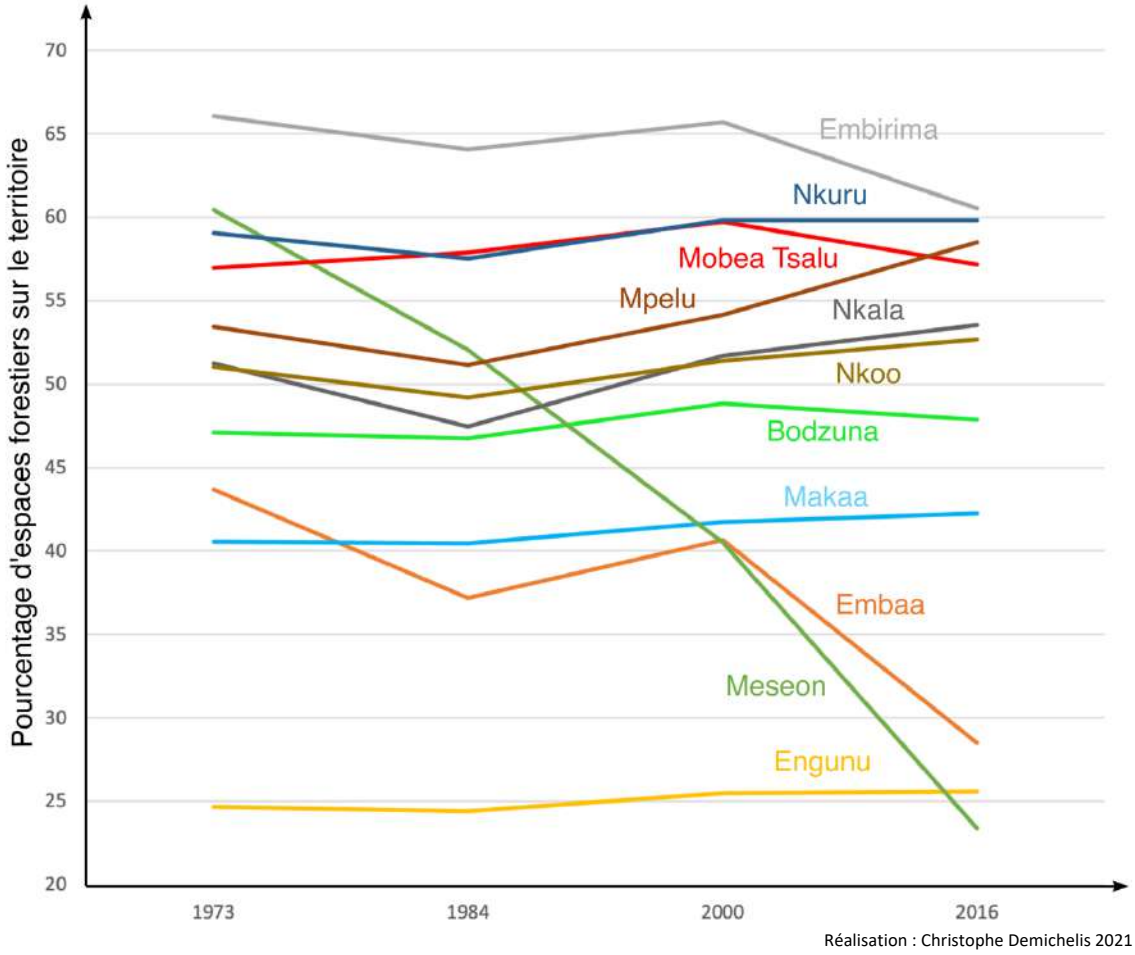
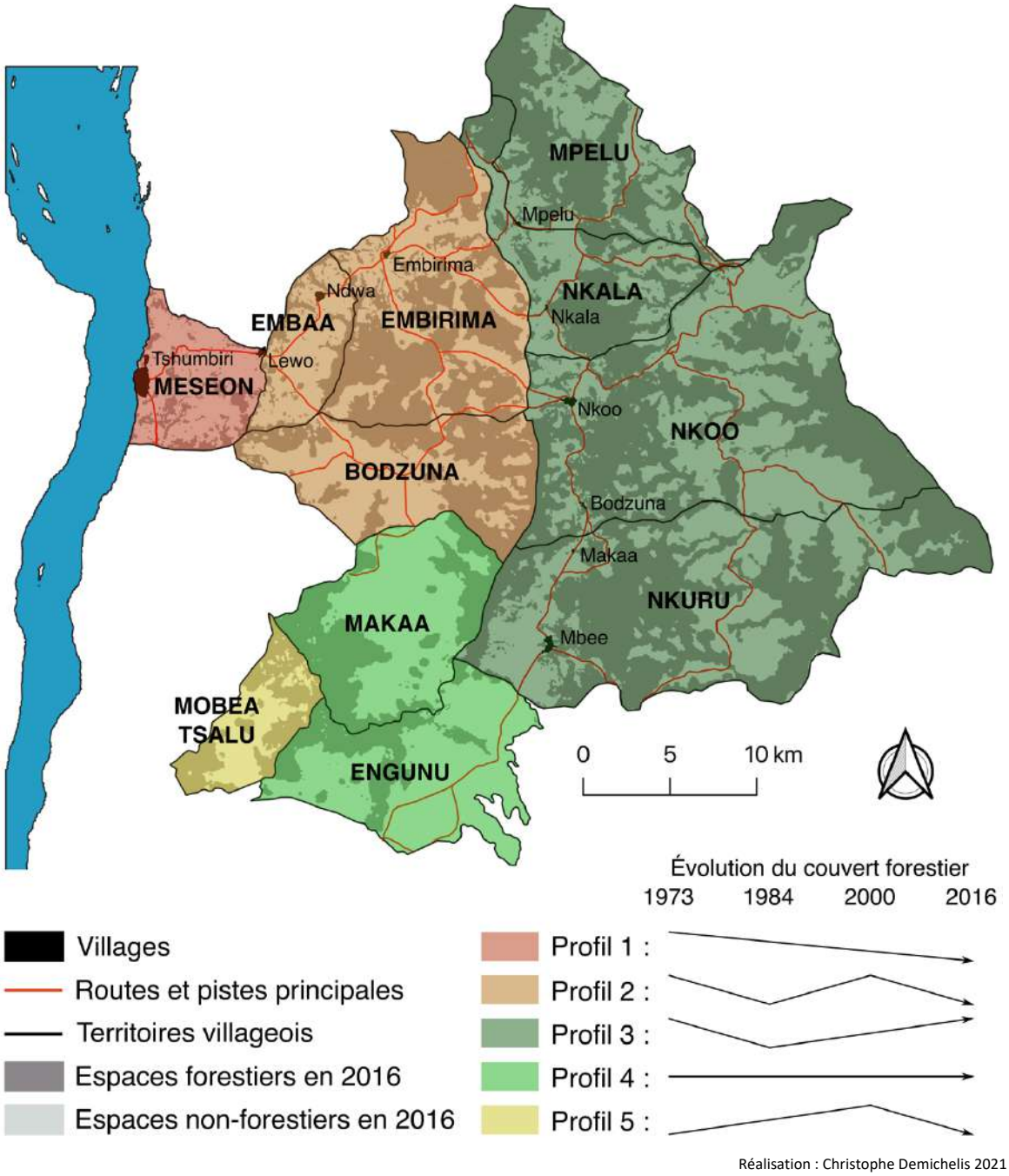


Figure 6.8 : Évolution du couvert forestier exprimé en pourcentage pour chacun des territoires villageois de la zone d'étude entre 1973 et 2016.

Le premier profil d'évolution paysagère est caractéristique du territoire Meseon, lequel présente une diminution continue des espaces forestiers entre 1973 et 2016. Le deuxième profil présente une évolution similaire à celle observée pour la zone d'étude dans sa globalité, avec une phase de diminution des espaces forestiers entre 1973 et 1984, suivie d'une régénération forestière entre 1984 et 2000, avant de connaître de nouveau une perte de forêts entre 2000 et 2016. Ce profil regroupe les territoires Embaa, Embirima et Bodzuna. Le troisième profil regroupe quatre territoires, à savoir Nkuru, Mpelu, Nkala et Nkoo. Ces territoires présentent une diminution de leurs espaces forestières entre 1973 et 1984, avant de connaître une phase d'augmentation au cours des deux périodes suivantes, à savoir entre 1984 et 2016. Le quatrième profil s'apparente dans les chiffres à celui précédent. Toutefois, les évolutions, bien que similaires, sont moins nettes, avec un pourcentage de couvert forestier qui évolue très peu au cours des trois périodes. Ce profil correspond aux territoires Makaa et et Engunu. Enfin le dernier profil ne concerne qu'un

seul territoire, Mobea Tsalu. Ce dernier présente une augmentation de ces espaces forestiers au cours des deux premières périodes, s'étalant de 1973 à 2000, avant de connaître une phase de perte de forêts entre 2000 et 2016. Les différents profils de territoires ont été reportés sur la Figure 6.9 afin de les localiser au sein de la zone d'étude. Cette carte met notamment en avant une corrélation entre la spatialité des territoires et les profils d'évolution du couvert forestier.



Réalisation : Christophe Demichelis 2021

Figure 6.9 : Classification des différents territoires selon leur profil d'évolution du couvert forestier entre 1973 et 2016.

La zone d'étude peut être découpée en différents entités spatiales regroupant plusieurs terroirs et ayant chacun connu un modèle d'évolution paysagère propre au cours de la période étudiée. Cette classification met notamment en avant un effet de proximité par rapport au fleuve sur la perte de couvert forestier, notamment au cours des dernières décennies. Ainsi, la perte de couvert forestier diminue à mesure que la distance des territoires par rapport au fleuve augmente, au point d'observer même une augmentation du couvert forestier pour les territoires les plus éloignés au cours de la dernière sous période étudiée, à savoir 2000-2016. Ce phénomène, ainsi que les différents facteurs ayant influencé ces profils au cours du temps, ont été analysés dans les parties suivantes.

Toutefois, en amont, une analyse de la variabilité de l'économie villageoise est proposée par la Figure 6.10, laquelle est corrélée aux différents profils territoriaux d'évolution paysagère précédemment identifiés au sein desquels les villages sont localisés. La structure des économies villageoises a été déterminée d'après le pourcentage de personnes interrogées dans chacun des villages ayant répondu avoir, au cours de l'année, un revenu lié aux différentes activités productrices ou extractrices de ressources : l'agriculture (maïs), la chasse, la pêche, l'élevage (gros bétail, petit bétail et volaille), la pisciculture et la cueillette, sans pour autant quantifier et prendre en compte la part plus ou moins importante de ces revenus dans l'économie du foyer. Sur les différents diagrammes de la Figure 6.10, chaque axe est exprimé en pourcentage, avec un maximum de 100%, et ce pour chaque village et chaque activité. À noter que les profils territoriaux 4 et 5 ne sont pas présents sur cette figure étant donné que les territoires composant ces profils sont vierges de tout village.

Ces différents diagrammes mettent bien en avant une corrélation forte entre les profils territoriaux d'évolution du couvert forestier précédemment identifiés et la structure économique des différents villages. En termes d'activités liées au ressources naturelles l'économie de Tshumbiri apparaît largement dominée par l'agriculture et la pêche. Même si toute la population ne pratique pas la culture de rente de maïs (environ 75%), le poids de la démographie joue un rôle important sur l'intensité de déforestation sur le territoire Meseon. Avec 913 foyers recensés dans ce village et 75% de l'échantillon enquêté pratiquant l'agriculture de rente, le nombre de foyers ayant des revenus liés à la production et la vente de maïs reste le plus important en comparaison avec les autres villages beaucoup moins peuplés. Les villages de Lewo, Ndwa et Embirima, installés sur les territoires du second profil d'évolution paysagère, présentent des structures économiques très similaires. Leur économie apparaît largement centrée autour de l'agriculture de rente du maïs, avec dans chacun des villages près de 100% des foyers qui ont des revenus liés à cette activité. Les autres activités semblent très peu peser dans l'économie de ces villages, à l'exception de la cueillette pour environ 50% de la population.

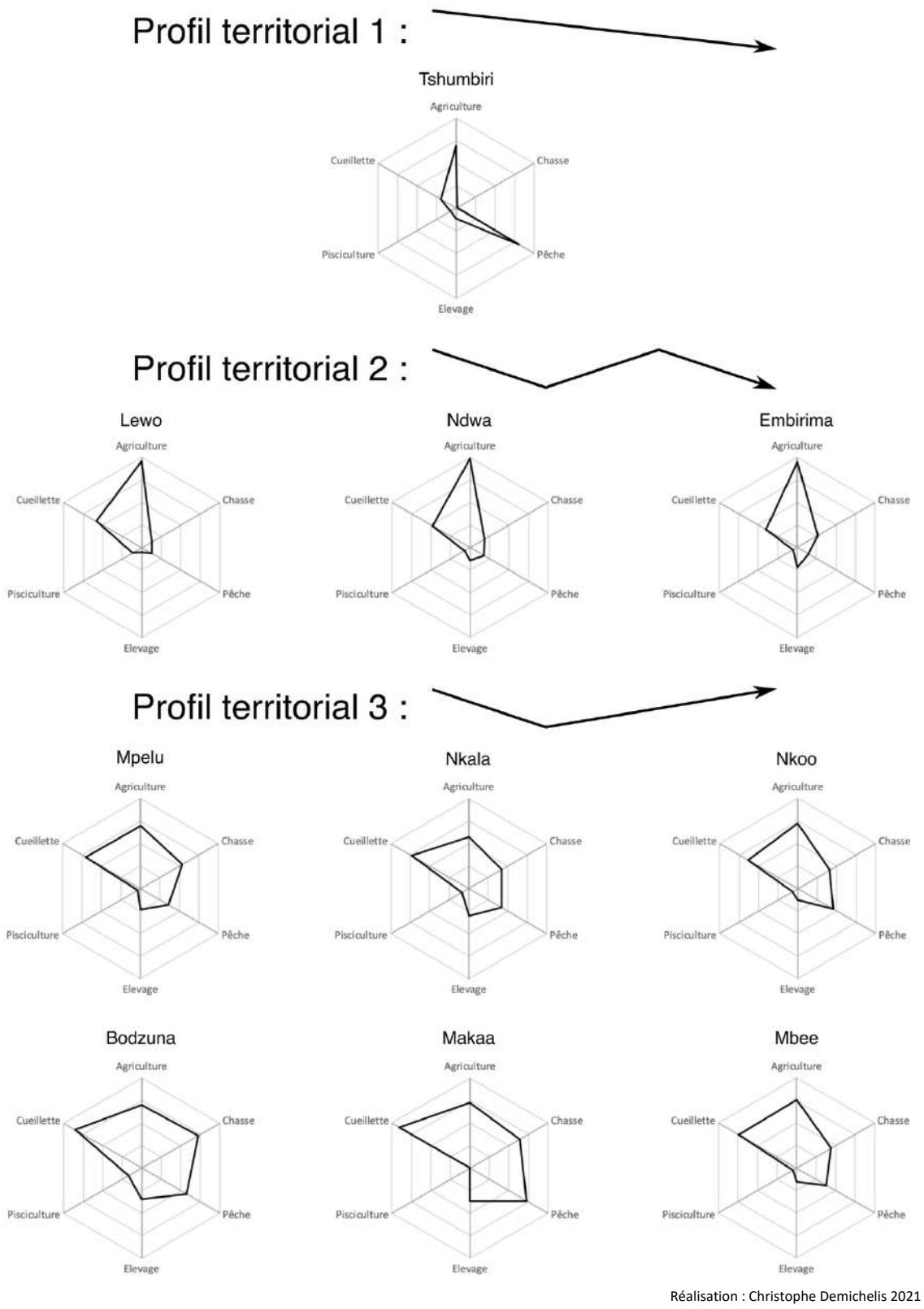


Figure 6.10 : Structure de l'économie au sein des différents villages de la zone d'étude d'après la part de population ayant des revenus liés à chaque activité productrice ou extractrice de ressources naturelles.

Avec une économie largement tournée vers l'agriculture du maïs, les villages de Tshumbiri, Lewo, Ndwa et Embirima apparaissent bien comme les moteurs structurant le front principal de déforestation de la zone d'étude. Enfin, l'économie des autres villages, tous localisés dans des territoires appartenant au troisième profil d'évolution du couvert forestier, apparaît davantage diversifiée, avec des revenus issus à la fois de la culture du maïs, même si en plus faible proportion que pour les villages précédemment cités, de la chasse, de la pêche et de la cueillette majoritairement. À noter que sur l'ensemble des villages la pisciculture et l'élevage participent très peu à l'économie des foyers, ces activités semblant davantage être destinées à l'autoconsommation.

4.3.2. Profil 1 : Meseon

La Figure 6.11 présente l'évolution du couvert forestier entre 1984 et 2016 pour le territoire Meseon, lequel a vu sa quantité de forêt diminuée de manière continue.

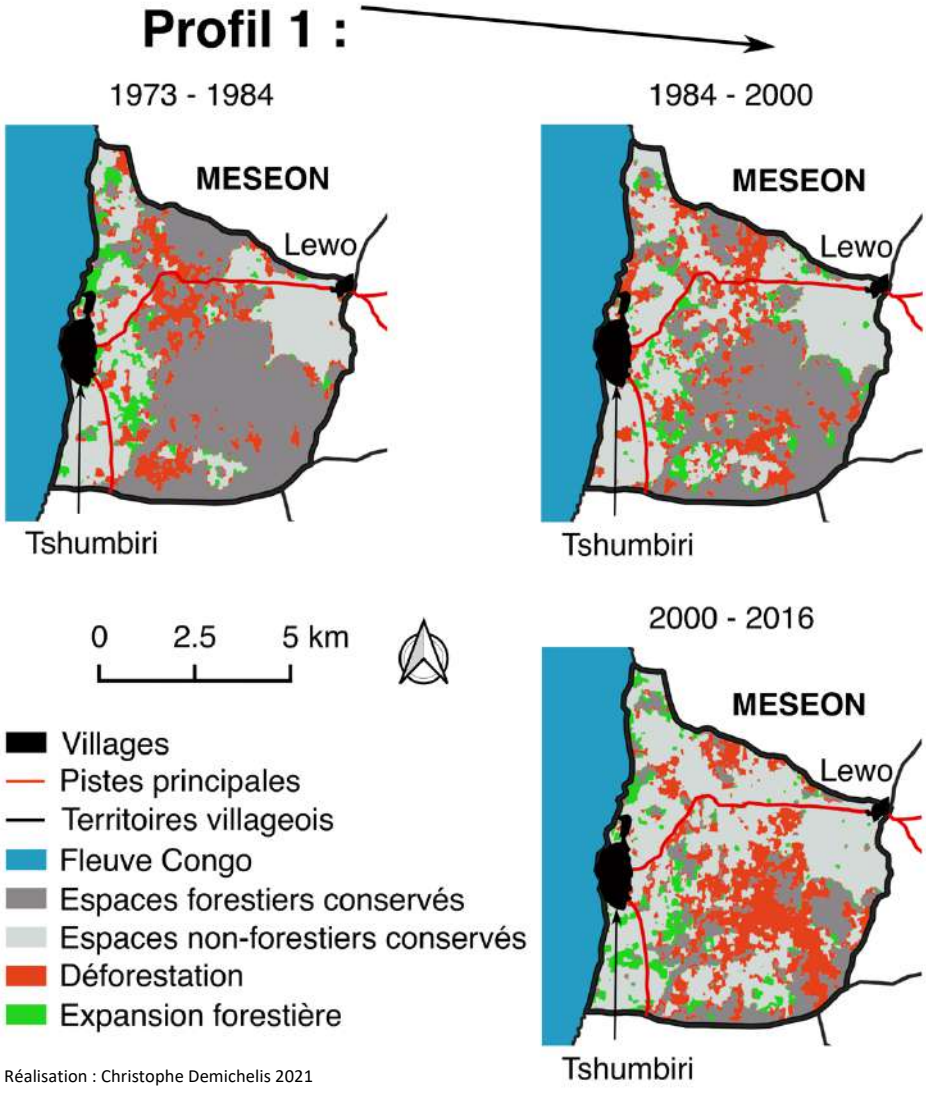


Figure 6.11 : Évolution du couvert forestier du territoire Meseon entre 1973 et 2016.

Alors que l'ensemble de la zone d'étude a vu son couvert forestier se régénérer entre 1984 et 2000, celui du territoire Meseon a continué de diminuer, en faisant le principal point chaud de déforestation.

Même si la culture du café s'est pourtant arrêtée au milieu des années 1980, les forêts de ce territoire ont continué d'être défrichées à des fins commerciales entre 1984 et 2000, que ce soit pour la production de manioc à destination de la capitale, ou pour la production de charbon également à destination de Kinshasa. En ce sens, les anciennes cultures de café ont été reconverties en de nouveaux espaces cultivés, et les parcelles abandonnées ayant retrouvé un stade forestier au cours de cette période n'ont pas compensé la dynamique de déforestation. Sa localisation sur le fleuve Congo a favorisé cette continuité, en faisant de Tshumbiri une place marchande de ressources forestières.

À noter que Tshumbiri étant le village le plus peuplé de la zone avec plus de 900 foyers recensés, les ouvertures de champs chaque année ont également été plus nombreuses que pour les autres villages. Cette tendance s'est renforcée entre 2000 et 2016 avec le développement de la culture de rente de maïs induite par la BIACO, conduisant à une perte presque intégrale du couvert forestier en 2016, ne subsistant que quelques patchs forestiers issus d'une régénération d'anciens champs mis en jachères, et de corridors de forêts humides. Cette dynamique se ressent dans les questionnaires, avec 88,14% des foyers interrogés au sein du village de Tshumbiri qui estiment que les forêts ne sont aujourd'hui plus suffisantes. Cela influence directement la pratique des jachères pour ce village. Pour les 83,08% de la population continuant de la pratiquer, le temps moyen de jachère est de 3,64 années alors que d'après les différents témoignages celui-ci était auparavant d'une dizaine d'année, laissant ainsi le temps à ces espaces laissés à l'abandon de récupérer un stade forestier. En effet, près de 17% des interrogés ont avoué ne plus pratiquer de jachère sur leurs champs, avec comme principale raison le manque d'espace pour en ouvrir de nouveaux. Seule une personne interrogée à Tshumbiri continue d'ouvrir de nouveaux champs en forêt après l'abandon de ses anciens champs jusqu'à ce qu'ils redeviennent des espaces forestiers et qu'il puisse de nouveau les défricher.

4.3.3. Profil 2 : Embaa, Embirima et Bodzuna

La Figure 6.12 présente l'évolution du couvert forestier entre 1984 et 2016 des territoires Embaa, Embirima et Bodzuna. Ces trois territoires sont caractéristiques de la dynamique générale observée sur l'ensemble de la zone d'étude.

Entre 1973 et 1984 de nombreux champs ont été ouverts pour la culture du café, conduisant à une déforestation effective des espaces forestiers. Ces champs une fois abandonnés au milieu des années 1980 se sont régénérés, ce qui a permis, en sus de la

dynamique écologique d'expansion des forêts sur les savanes très bien visible avec l'effet lisière, un regain de couverts forestiers entre 1984 et 2000. Les villages présents sur ces territoires n'étant pas à proximité directe du fleuve, à l'inverse de Tshumbiri, la culture de rente s'est largement atténuée durant cette période au sein de ces territoires.

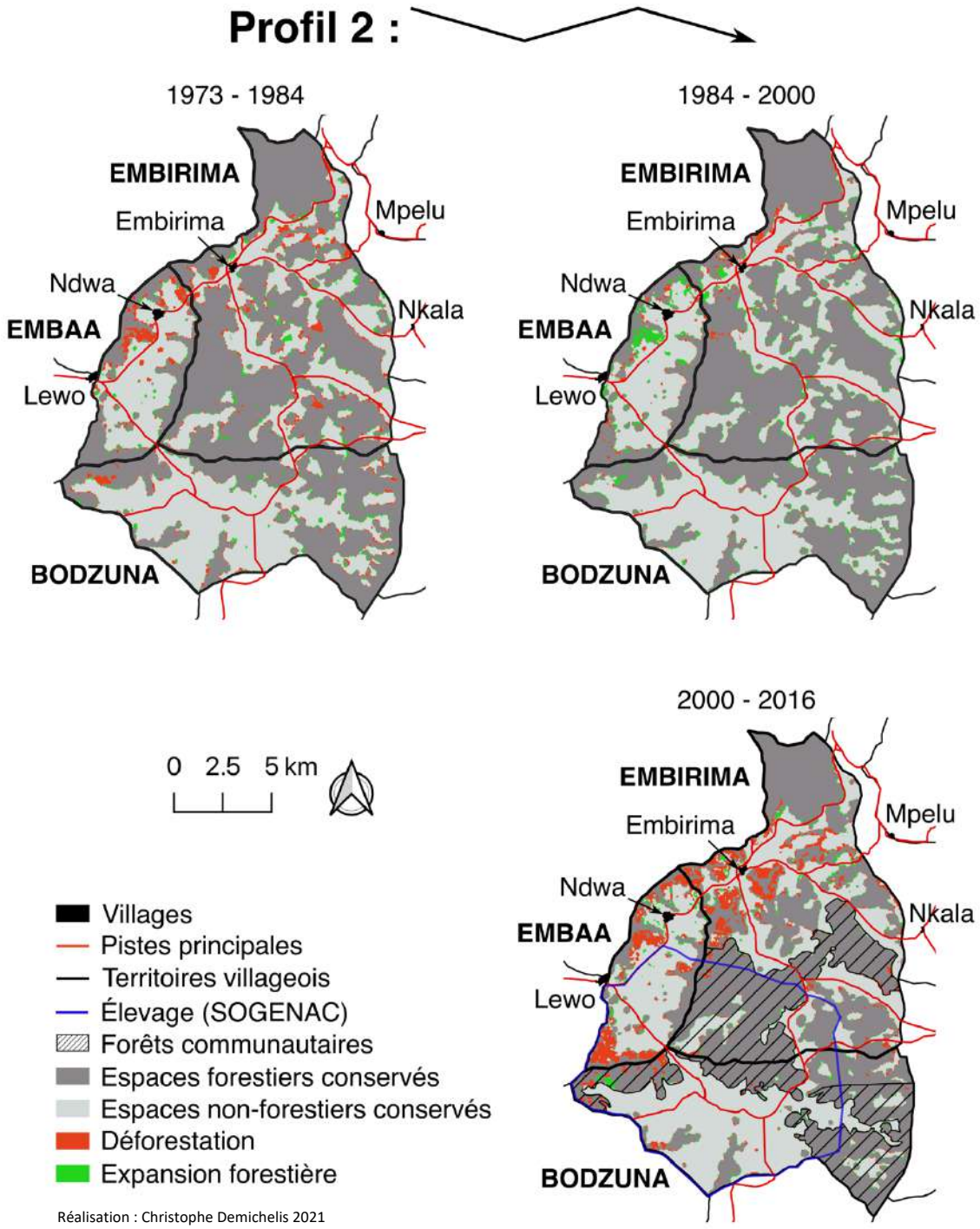


Figure 6.12 : Évolution du couvert forestier des territoires Embaa, Embririma et Bodzuna entre 1973 et 2016.

Toutefois, entre 2000 et 2016, ces territoires ont vu apparaître de nouveaux acteurs dans le système local de gouvernance entrainant une modification des modes de gestion des terres. Comme ailleurs, la mise en place de la culture de rente du maïs par la BIACO a eu pour conséquence de favoriser une nouvelle dynamique de déforestation, principalement en périphérie des villages et le long des routes, caractérisant avec Tshumbiri le principal front de déforestation actuel de la zone d'étude. Cette diminution du couvert forestier est très largement perçue par les habitants des différents villages. À Lewo et Ndwa, respectivement 90,91% et 95,29% des personnes interrogées considèrent que le couvert forestier a diminué. À Embirima ils sont en revanche seulement 68,25%, correspondant tout de même à la majorité de la population. Cette différence s'explique par la persistance et la préservation de larges zones de forêts au Sud du village grâce à la création des forêts communautaires, mais également à l'Est du territoire en direction de Mpelu. En effet, sur ces territoires, la mise en place de forêts communautaires a permis de protéger en partie certaines forêts de la déforestation, notamment à proximité d'Embirima, en limitant leur accès à des fins agricoles. En effet, au Sud du territoire Embirima et sur le territoire Bodzuna les forêts ont été en grande majorité préservées de la déforestation. L'effet lisière d'expansion forestière autour de ces forêts est d'ailleurs très bien visible.

En revanche, le manque de forêts disponibles aux alentours de Lewo a malgré tout entrainé l'ouverture de champs dans la forêt au Sud du village, sur le territoire de Bodzuna, et ce malgré son statut de forêt communautaire. Ce manque d'espaces forestier se ressent dans les questionnaires, avec la grande majorité des foyers interrogés au sein des trois villages présents sur ces territoires qui estiment que la quantité de forêts est devenue insuffisante (85,89% pour Lewo, 90,59% pour Ndwa et dans une moindre mesure 60,42% pour Embirima). À Lewo, 29,87% de l'échantillon interrogé continue de défricher de nouveaux espaces forestiers après avoir abandonné leurs champs. Les autres habitants pratiquent la jachère avec une moyenne de 4,05 années. La situation est assez similaire pour Ndwa, avec seulement 24,71% des interrogés qui ouvrent de nouveaux champs en forêt et une moyenne du temps de jachère de 4,15 ans pour le reste des personnes interrogées. Enfin, pour Embirima la situation semble également similaire, avec 25,39% des habitants interrogés qui trouvent encore suffisamment d'espaces en forêt pour ouvrir de nouveaux champs, même si en revanche les temps de jachère semblent quant à eux légèrement allongés pour le reste de la population par rapport aux deux autres villages, avec une moyenne de 6,27 ans.

À noter que le territoire de Bodzuna appartient à ce deuxième profil du fait de ce manque de forêts disponibles en périphérie des villages de Lewo, Ndwa et Embirima. En effet, même si aucun village n'est installé sur ce territoire, celui-ci a tout de même vu sa quantité de forêts diminuer entre 2000 et 2016, au même titre que les territoires Embaa et

Embirima. Ainsi, le territoire de Bodzuna présente deux dynamiques distinctes sur son territoire. À l'Ouest, sa forêt, bien que protégée, est soumise à une forte pression anthropique de la part des habitants de Lewo, mais également de Tshumbiri, qui viennent y ouvrir des champs. À l'inverse, les forêts à l'Est du territoire sont très bien conservées et présentent même une dynamique d'expansion sur les savanes. Celle-ci devrait même s'accentuer dans les années à venir avec la privatisation pour l'élevage de la quasi-totalité des savanes sur ce territoire par la SOGENAC. Cette privatisation des terres devrait diminuer les feux de brousse tout en favorisant l'enfrichement des savanes, ce qui devrait conduire à une augmentation des forêts dans cette zone dans le futur.

Par ailleurs, il est important de noter que le manque de forêts disponibles sur ces territoires entraine une certaine opposition de la population quant au projet de forêts communautaires, tout du moins pour les habitants de Lewo et Ndwa. Les personnes interrogées au sein de ces villages sont respectivement 40,26% et 50,59% à voir la création de ces forêts comme négative, avec comme raison récurrente l'interdiction de l'agriculture et de la chasse dans ces espaces. À Embirima la proportion est beaucoup plus faible, avec seulement 9,52% des enquêtés. Cette différence peut notamment s'expliquer par la présence beaucoup plus effective de MMT à Embirima, mais également de l'emploi de certains de ces habitants par les ONGs de conservation (voir Figure 6.6 pour rappel) avec davantage d'interventions et de sensibilisations de la population.

4.3.4. Profil 3 : Nkuru, Mpelu, Nkala et Nkoo

La Figure 6.13 présente l'évolution du couvert forestier entre 1984 et 2016 des territoires Mpelu, Nkala, Nkoo et Nkuru. Comme pour les profils précédents, ces quatre territoires présentent une diminution de leur couvert forestier entre 1973 et 1984, caractéristique du développement de la culture du café à cette période. Cette dynamique de déforestation est observable à proximité des villages. En revanche, dans les zones plus éloignées est observée une balance entre des pertes de couvert forestier dues aux feux de brousse et une expansion forestière induite par la dynamique écologique du milieu, ces deux phénomènes caractérisant les lisières de forêts. À noter la privatisation d'une large zone de savanes au Nord-Est des territoires Nkala et Mpelu dès cette période.

À partir de 1984 la tendance s'inverse, avec une augmentation continue des espaces forestiers jusqu'en 2016. Entre 1984 et 2000 les populations villageoises de ces territoires ont arrêté la culture de rente de par leur fort éloignement au fleuve. Les champs anciennement cultivés pour le café ont retrouvé un stade forestier au cours de cette période et très peu de nouveaux champs ont été ouverts, seule l'agriculture vivrière subsistant. À noter la privatisation d'une nouvelle zone d'élevage par la SOGENAC au cours de cette période, à l'Est des territoires Nkoo et Nkuru, réduisant de fait les feux de

brousse dans cette zone et favorisant l'enfrichement des savanes. En outre, la création de ce nouvel espace d'élevage a entraîné l'installation du village de Lebomo, regroupant le personnel en charge de la gestion de ces terres et des troupeaux. Ces facteurs couplés à la dynamique écologique d'expansion des forêts sur les espaces savanicoles ont entrainé une augmentation conséquente du couvert forestier sur l'ensemble de ces territoires au cours de cette période.

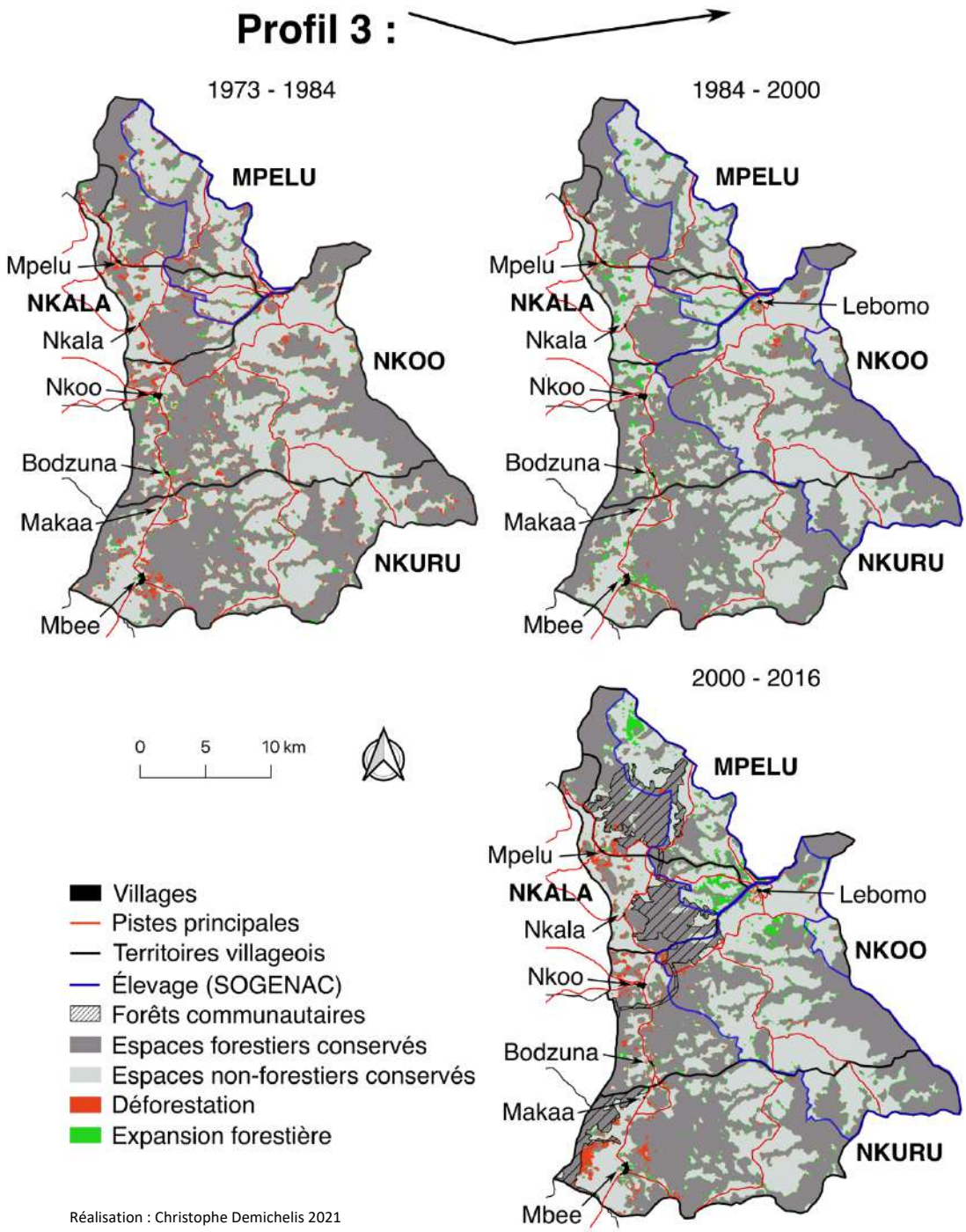


Figure 6.13 : Évolution du couvert forestier des territoires Mpelu, Nkala, Nkoo et Nkuru entre 1973 et 2016.

À partir des années 2000 une rupture spatiale de la dynamique paysagère est nettement observable. À l'Ouest, en périphérie des villages et le long des axes routiers, l'apparition d'un front de déforestation est observée. Celui-ci résulte du développement de la culture du maïs à des fins commerciales avec l'arrivée de la BIACO. Toutefois, la dynamique de ce front de déforestation est moins intense que pour les territoires des profils précédents, définissant à l'échelle de la zone d'étude un front de déforestation secondaire. Alors que jusqu'au milieu des années 2000 la BIACO agissait comme une coopérative pour la collecte et la vente des productions de maïs, sa disparition a entrainé une baisse, ou tout du moins un ralentissement de cette culture au sein de ces territoires. Ces derniers étant plus éloignés du fleuve que ceux des profils 1 et 2, la revente des productions est devenue plus contraignante pour les populations de ces villages, nécessitant de se déplacer personnellement sur les lieux de ventes. La rupture spatiale paysagère est également induite par la mise en place de forêts communautaires sur chacun de ces territoires par MMT et le WWF. Ces espaces nouvellement réglementées assurent la conservation de forêts, et ce même dans certains cas à proximité directe des villages. C'est notamment le cas pour les forêts communautaires à proximité des villages de Nkala et Mpelu. De même, la rupture nette des espaces déforestés à l'Ouest de Mbee par rapport à la limite de la forêt communautaire témoigne du respect de ces espaces protégés par la population. De manière générale cette augmentation du couvert forestier est très largement perçue par la population. En effet, les personnes interrogées des villages de Mpelu (76,79%), Nkala (75,76%), Nkoo (55,88%), Bodzuna (70,21%) et Makaa (63,64%) considèrent en grande majorité que la quantité de forêts a augmenté. Concernant Mbee, seuls 29,55% perçoit cette tendance, ce qui peut s'expliquer notamment par une forte déforestation à proximité directe de ce village depuis 2000, sans pour autant prendre en considération le reste du territoire. Pour autant la part de la population de Mbee interrogée estime que les forêts sont encore présentes en quantité suffisante pour subvenir à leur besoin à hauteur de 81,82%. Cette tendance est également observée pour d'autres villages de ces territoires, à savoir Nkoo (71,57%), Bodzuna (93,62%) et Makaa (100,00%). En revanche, les villages de Mpelu et Nkala estiment que les forêts sont suffisantes à hauteur seulement de 42,86% et 48,48% respectivement. Ainsi, pour les villages de Mpelu et Nkala, même si la surface de forêts semble avoir augmenté, cela ne semble pas leur être profitable car insuffisantes. Cela s'explique par la présence à proximité directe de ces villages de forêts communautaires, dont l'accès pour la chasse et l'agriculture est interdit, réduisant de fait drastiquement les forêts disponibles pour ces activités. Malgré tout, les habitants de ces deux villages voient ces forêts communautaires de manière positive dans leur majorité, avec respectivement pour Mpelu et Nkala 64,29% et 78,79% des interrogés qui y sont favorables. Le fait que les ONGs de conservation participent à l'économie de ces villages de manière directe (voir Figure 6.6), ou indirecte avec des retombées ponctuelles, semble

compenser ce manque de forêts disponibles. Ce ressenti positif envers le projet de forêts communautaires est d'ailleurs également majoritaire dans l'ensemble des autres villages de ces territoires, à savoir Nkoo (64,7%), Bodzuna (57,4%), Makaa (81,8%) et Mbee (70,5%). Même si toutefois cela doit être nuancé car une grande majorité des personnes enquêtées a estimé que ce projet était positif pour protéger les forêts, mais que pour autant personne n'y trouvait davantage financier. Cela se remarque sur la Figure 6.6, avec aucun foyer dépendant économiquement des ONGs dans ces villages, à l'exception de Nkoo en petite proportion (5,88% des enquêtés contre 15,15% et 14,29% pour Nkala et Mpelu). À noter que malgré des situations et des perceptions différentes, les données liées à la pratique de la jachère mettent bien en avant une disponibilité de forêt suffisante pour l'ensemble de la population de ces villages. La part de la population défrichant de nouveaux champs en forêt après l'abandon des précédents reste importante, voire dans certains villages majoritaire. Cette pratique concerne 41,07% (Mpelu), 57,58% (Nkala), 61,76% (Nkoo), 57,44% (Bodzuna), 51,52% (Mbee) et même dans un village 100% (Makaa) des personnes interrogées au sein de ces territoires. Concernant celles pratiquant la jachère, elles laissent leurs champs au repos pendant une moyenne de 7,15 ans à Mpelu, 7,25 ans à Nkala, 7,47 ans à Nkoo, 8,15 ans à Bodzuna et 7,18 ans à Mbee mettant en évidence la différence de pratique entre les habitants de ces villages et ceux des territoires des profils 1 et 2.

Pour finir sur ces territoires du troisième profil, il est important de noter une forte expansion forestière dans les savanes privatisées au cours des périodes précédentes par la SOGENAC, notamment au niveau de la plus ancienne zone d'élevage au Nord-Est. Ainsi sur ces cartes, la privatisation des savanes et l'élevage en lui-même comme facteur d'expansion forestière sur un temps long est parfaitement observable. En conséquence, pour ces territoires appartenant au troisième profil, le front de déforestation secondaire observé en périphérie des villages est largement compensé par la dynamique écologique d'expansion forestière, laquelle est favorisée dans ce cas par les forêts communautaires et la présence de la SOGENAC.

4.3.5. Profil 4 : Engunu et Makaa

La Figure 6.14 présente l'évolution du couvert forestier entre 1984 et 2016 des territoires Makaa et Engunu. Leur profil d'évolution paysagère est dans les chiffres similaire au profil 3, avec une baisse du couvert forestier entre 1973 et 1984, puis une augmentation des forêts entre 1984 et 2016. Toutefois, comme le montre le graphique de la Figure 6.8, ces évolutions sont bien moins nettes que pour les territoires du profil 4, c'est pourquoi il a été décidé de les traiter séparément.

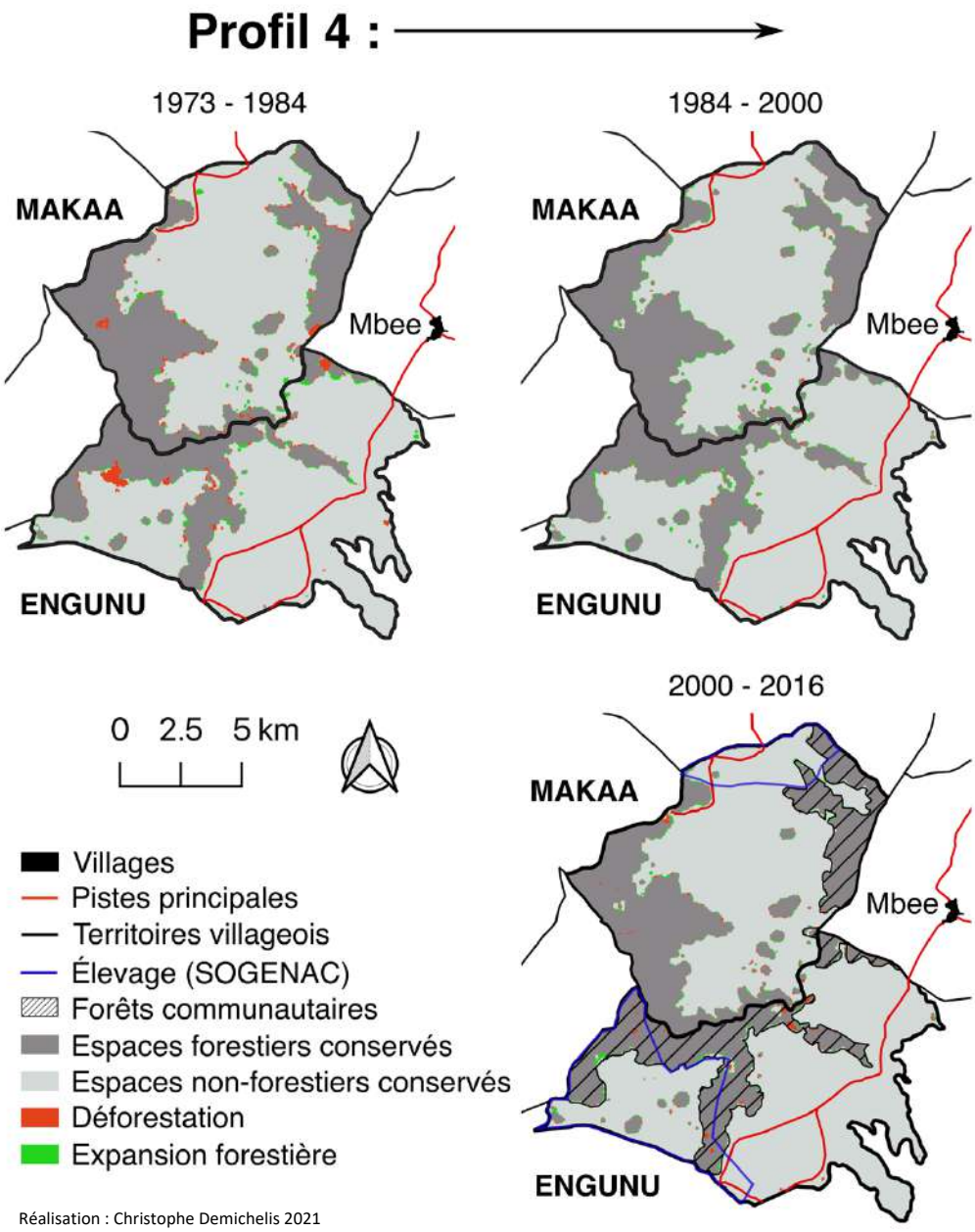


Figure 6.14 : Évolution du couvert forestier des territoires Makaa et Engunu entre 1973 et 2016.

En l'absence de villages sur ces territoires, et avec seulement la présence de routes et pistes comme marqueurs humains, le paysage de ces derniers a largement été influencé par des dynamiques écologiques. De fait, l'empreinte anthropique sur le couvert forestier au cours des trois périodes considérées est très peu marquée. Les feux de brousse, responsables d'une déforestation temporaire, et la dynamique écologique d'expansion forestière sur les espaces savanicoles, sont les deux principaux moteurs de la dynamique du couvert forestier entre 1973 et 2016. Ces deux facteurs sont parfaitement visibles sur les cartes de la Figure 6.14 avec un effet lisière observable pour chacune des périodes.

De manière générale, la déforestation et l'expansion forestière ont eu tendance à se neutraliser, avec un paysage qui a très peu évolué au fil du temps en termes de quantités de forêts. Toutefois, la diminution des feux de brousse, suite à leur interdiction et à la sensibilisation des populations par les ONGs, ainsi que la mise en place de forêts communautaires et la privatisation de savanes par la SOGENAC entre 2000 et 2016 devraient à l'avenir favoriser une augmentation beaucoup plus nette des espaces forestiers que celle observée actuellement.

4.3.6. Profil 5 : Mobea Tsalu

La Figure 6.15 illustre l'évolution du couvert forestier entre 1984 et 2016 du territoire Mobea Tsalu. Ce territoire présente un profil d'évolution paysagère particulier de par sa localisation géographique. Il s'agit d'un territoire isolé, éloigné des villages de la zone, et ne présentant aucune route. Ainsi ce territoire est particulièrement soumis à la dynamique écologique du milieu, qui tend, en l'absence de pression anthropique, vers une colonisation des espaces savanicoles par la forêt. Cette dynamique est parfaitement visible sur les cartes de la Figure 6.15. À l'Ouest du territoire, un ancien patch forestier présent en 1973 a progressivement rejoint le réseau forestier pour ne former plus qu'un en 2000. De même, au Sud-Ouest, au cœur de la forêt, une savane incluse parfaitement visible en 1973 a progressivement été colonisée par la forêt jusqu'en 2016 et devrait disparaître prochainement.

Toutefois cette tendance a été bouleversée entre 2000 et 2016 par l'action, bien que temporaire, d'une société privée d'extraction de bois rare, entrainant de fait une forte déforestation au cœur même de la forêt située au Nord du territoire. Même si cette partie de la forêt avait été identifiée comme forêt communautaire par la population, sa reconnaissance par l'État n'a été effective qu'en 2017, permettant son exploitation en amont par la société privée.

À l'avenir, le départ de la société ainsi que la reconnaissance de la forêt communautaire, couplé à l'installation de la SOGENAC sur une partie des savanes, devraient favoriser la régénération de ces espaces déforestés et l'expansion forestière sur l'ensemble de ce territoire à court et moyen termes en l'absence de routes et de villages à proximité directe. En l'absence d'intervention de la société d'exploitation, la quantité de forêts sur ce territoire n'aurait eu de cesse d'augmenter depuis 1973, au détriment des savanes, caractérisant la dynamique écologique du milieu.

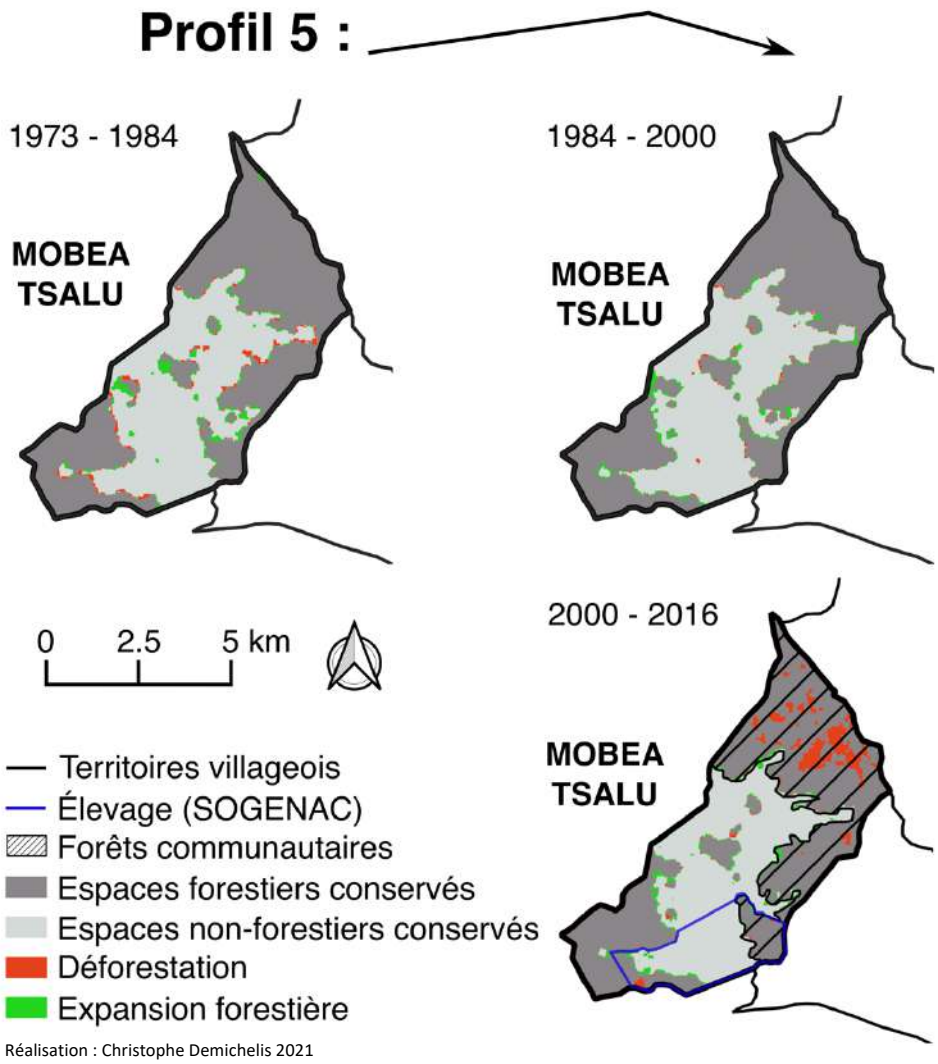


Figure 6.15 : Évolution du couvert forestier du territoire Mobea Tsalu entre 1973 et 2016.

5. Discussion

5.1. Une évolution paysagère en dents de scie : intérêt des analyses multi-temporelles et des savoirs locaux historiques

Les résultats ont mis en avant une dynamique paysagère changeante entre 1973 et 2016 à l'échelle de la zone d'étude, avec une première phase de perte de couvert forestier entre 1973 et 1984, suivie d'une régénération forestière entre 1984 et 2000, avant de nouveau connaître une dynamique de déforestation à partir de 2000. Ainsi, l'utilisation de plusieurs images satellites sur l'ensemble de la période considérée a permis de mettre en exergue une évolution paysagère en dents de scie et de nuancer les propos quant à la dynamique de déforestation à l'œuvre sur le moyen terme au sein du paysage étudié. Alors que de nombreuses études paysagères par télédétection et photo-interprétation sont diachroniques, utilisant seulement deux images ou photographies aériennes parfois éloignées de plusieurs décennies pour caractériser l'évolution des paysages de par le

monde (Gueye & Ozer, 2000 ; Hammi *et al.*, 2007 ; Simoniello *et al.*, 2015), les résultats de cette étude démontrent tout l'intérêt d'utiliser des séries temporelles d'images. Avec la disponibilité croissante des images satellites, ces approches multi-temporelles du paysage par télédétection tendent à se développer de plus en plus (Ernst *et al.*, 2012 ; Kyale Koy *et al.*, 2019 ; Dusseux *et al.*, 2019 ; Brovelli *et al.*, 2020), permettant en partie d'alimenter les débats autour de la gestion durable des paysages avec des suivis réguliers.

Les paysages et leurs dynamiques sur le moyen terme, et encore plus sur le long terme, apparaissent comme complexes et sont régis par de multiples facteurs, à la fois environnementaux mais également et surtout anthropiques. Alors que les études diachroniques tendent à uniformiser la dynamique d'un paysage sur une période donnée, avec une évolution à sens unique, la prise en considération de sous périodes permet de nuancer les propos tenus et de mettre en exergue toute la variabilité d'évolution des paysages. Ainsi, à l'instar d'une étude multi-temporelle menée sur les mangroves de Kafoutine au Sénégal ayant déterminé deux dynamiques paysagères distinctes entre 1972 et 2018 (Soumaré *et al.*, 2020), l'étude menée ici définit trois grandes tendances évolutives du couvert forestier à l'échelle de la zone d'étude entre 1973 et 2016.

Toutefois, la télédétection seule, dont l'utilité est largement reconnue pour caractériser les paysages et l'occupation des sols, ne permet pas pour autant d'expliquer dans le détail les raisons de leurs évolutions, ni de prédire leurs impacts futurs sur l'environnement et les sociétés humaines, c'est pourquoi certaines études confrontent leurs résultats à des données environnementales et socio-économiques pour approfondir les analyses et les ancrer dans la réalité du terrain (Oszwald *et al.*, 2012 ; Teka *et al.*, 2012 ; Toh *et al.*, 2018). Malheureusement, en Afrique subsaharienne les données socio-économiques à l'échelle locale sont très souvent quasi-inexistantes dans la littérature. Dans un tel contexte, la collecte sur le terrain d'indicateurs socio-économiques est indispensable et l'une des solutions est d'enquêter auprès d'échantillons représentatifs de la population (Teka *et al.*, 2012 ; Toh *et al.*, 2018). Ainsi la mise en place dans cette étude de questionnaires selon un échantillonnage stratifié a permis la collecte de données sur la situation socio-économique actuelle de la zone, mais également sur les perceptions humaines quant à la situation environnementale.

Cependant, la collecte de données quantitatives apparaît vite problématique pour les périodes plus anciennes, notamment en Afrique Centrale, qui plus est rurale. En effet, l'espérance de vie, même si en nette progression, reste inférieure à 60 ans en 2017 pour l'Afrique Centrale, avec une population majoritairement jeune caractérisée par un âge médian de 17 ans (Tabutin & Schoumaker, 2020). L'impossibilité de collecter des données économiques passées s'est largement fait ressentir sur le terrain avec très peu de

personnes ressources identifiées encore en vie et étant alors adultes lors des premières sous périodes couvertes par l'étude. Afin de palier à ce manque et tout de même analyser les principaux facteurs socio-économiques ayant influencé la dynamique du paysage entre 1973 et 1984, et dans une moindre mesure entre 1984 et 2000, les témoignages historiques recueillis auprès des différents notables de la zone, souvent âgés et reconnus pour leurs savoirs, ont été utilisés comme principales sources d'informations. Même si ces témoignages ne permettent pas de chiffrer et de quantifier l'impact des activités humaines sur l'exploitation du paysage, ils ont tout de même permis d'identifier les principaux facteurs ayant participé à sa transformation. De même l'utilisation des savoirs locaux via l'analyse des perceptions humaines quant à l'environnement, permet de conforter les observations réalisées par télédétection. Ainsi le fait de croiser les données satellitaires à celles historiques issues des connaissances et savoirs locaux a permis de diminuer le biais lié à cette absence de données, ce qui a tout de même permis d'appréhender les contextes socio-économiques passés responsables de la dynamique paysagère au cours des différentes sous périodes couvertes par l'étude, et ce en l'absence de données quantitatives fiables.

Même si ici l'utilisation de données historiques issues des savoirs locaux est apparue pertinente pour appréhender les résultats obtenus par télédétection, la confrontation de ces deux types de données reste encore très peu répandue. En effet, seules quelques études récentes utilisant la télédétection, principalement en milieu rural et dans les domaines de l'archéologie du paysage et de l'anthropologie, mobilisent les savoirs locaux et l'héritage historique des populations locales pour conforter ou expliquer leurs résultats, mais également éclairer plus en profondeur les relations culture-paysage notamment (Jiang, 2003 ; Isager & Broge, 2007 ; Mantellini & Berdimuradov, 2019).

5.2 Variabilité spatiale des dynamiques paysagères : vers une spécificité territoriale, conséquence d'une spécialisation économique des populations villageoises

L'analyse spatio-temporelle du paysage à l'échelle des territoires a mis en exergue une variation notable des dynamiques paysagères au cours de la période étudiée, définissant cinq profils d'évolution paysagère à l'échelle des territoires villageois. Entre 1973 et 1984, alors que les territoires isolés présentent une stagnation ou une légère augmentation de leur couvert forestier, ceux où sont installés des villages connaissent une perte de leur couvert forestier plus ou moins importante suite au développement de la culture du café. Cette culture en RDC, et notamment au sein de la zone d'étude, reste encore très mal documentée avec aucune donnée quantitative disponible, certains rapports faisant seulement mention de l'abandon des anciennes cultures pérennes au profit du manioc et plus récemment du maïs (ISCO, 2010 ; Diaw & Franks, 2019). Toutefois, l'impact de la

culture du café en termes de déforestation, associée à celle du cacao, est bien connu et l'était déjà dans les années 1980 dans d'autres pays africains (Bertrand, 1983). Alors qu'aujourd'hui une grande partie des forêts de Côte d'Ivoire a disparu, dès cette époque la culture du café avait déjà été identifiée comme facteur déterminant de la déforestation (Bertrand, 1983). Sans abandon de cette culture au milieu des années 1980 au sein de la zone étudiée, il est possible que l'état des forêts locales soit similaire à celui des forêts de Côte d'Ivoire, lesquelles ont connu une perte de 90% de leur surface entre 1955 et 2000 (Oszwald, 2005). Ce chiffre particulièrement élevé est notamment dû à une politique de développement basée sur l'exportation de produits agricoles tropicaux, et notamment de café, de cacao et dans une moindre mesure d'ananas, à la suite de l'indépendance du pays (Chaléard & Sanjuan, 2017). Ainsi l'arrêt de la culture du café en RDC, dans un contexte politique instable lié à la « zaïrianisation » ayant entrainé l'effondrement de l'économie nationale (Moreau, 2010 ; Bobineau, 2016), a certes mis à mal une économie locale florissante, mais en contrepartie a permis aux forêts de RDC d'éviter le sort réservé à celles ivoiriennes. Ainsi entre 1984 et 2000 les forêts de la zone d'étude se sont régénérées suite à l'abandon de la culture du café et le retour à une agriculture vivrière et principalement de subsistance pour l'ensemble des villages, à l'exception de Tshumbiri qui a poursuivi une culture de rente et ainsi fait perdurer la dynamique de déforestation sur le territoire Meseon. À noter que le retour à des cultures vivrières de plus petites superficies que celles du café a été observé au Cameroun à la suite de la crise économique de 1985-86 ayant touché le pays (Kemajou & Sunderlin, 1999), correspondant à une situation similaire à la majorité des territoires de la zone d'étude. La conséquence a cependant été différente pour le Cameroun. Dans un pays cinq fois plus petit que la RDC, mais présentant une population seulement 2,5 fois moins importante en 1985 d'après les chiffres de la Banque mondiale, la crise économique a également provoqué un retour massif de la population urbaine dans les zones rurales, entrainant une augmentation des surfaces défrichées malgré le recul de la culture du café (Kemajou & Sunderlin, 1999). Concernant le cas particulier du territoire Meseon, la localisation de Tshumbiri sur la rive du fleuve Congo en a fait une place marchande importante pour alimenter la capitale Kinshasa en produits forestiers, notamment en manioc et en charbon durant cette période. Ainsi la réponse de Tshumbiri à une demande du marché national, rendue possible de par sa localisation géographique, a favorisé la continuité de la culture de rente pour les habitants de ce village sur la période 1984-2000.

À partir des années 2000 la dynamique paysagère perd de son homogénéité à l'échelle de la zone d'étude et de multiples disparités interterritoriales, et dans certains cas intraterritoriales, sont observées, entrainant une rupture spatiale avec deux fronts de déforestation, un principal et un secondaire, et des zones périphériques d'expansion

forestière. Ainsi à l'échelle de la zone d'étude, pourtant restreinte, une forte variabilité spatiale est observée en termes de dynamiques paysagères, induite notamment par une spécialisation des économies villageoises liées aux activités productrices (agriculture, élevage et pisciculture) et extractrices de ressources naturelles (chasse, pêche, cueillette). Alors que cette spécialisation s'est faite rapidement pour Tshumbiri, en développant la pêche sur le fleuve Congo et l'agriculture de rente à destination de Kinshasa, elle s'est faite à partir des années 2000 pour le reste des villages, notamment suite au développement de la culture du maïs. Ainsi localement les villages ont développé des profils économiques différents selon leur localisation au sein du paysage. Il est probable que cette spécialisation entraine des échanges et des flux commerciaux entre les villages au sein même de la zone d'étude. Cela fait notamment écho à la théorie d'organisation des villes en réseau (Pumain, 2010), avec l'existence de relations économiques entre villages afin de pallier au manque de ressources. Les villages les plus éloignés du fleuve fournissent ceux à proximité en ressources forestières, notamment en viande de brousse et produits forestiers non ligneux, suite à la diminution des ressources fauniques liée à la perte des espaces forestiers au profit de l'agriculture. Ainsi trois modèles économiques distincts sont repérables au sein de la zone d'étude, chacun corrélé à des profils paysagers différents. Le premier est basé sur la pêche et l'agriculture de rente et est spécifique à Tshumbiri, localisé le long du fleuve. Le deuxième est presque exclusivement basé sur la production de maïs et concerne les villages de Lewo, Ndwa et Embirima. Ensemble, ces quatre villages sont responsables du front principal de déforestation ayant conduit à la perte d'une grande partie des espaces forestiers sur leurs territoires associés. Ce développement rapide de la culture du maïs localement a été identifié au travers d'un rapport de 2016, lequel explique qu'entre 2000 et 2010 le maïs s'est développé au point d'englober à l'échelle de l'ancienne province du Bandundu 26% des ventes de produits agricoles (Mosnier *et al.*, 2016). Le troisième profil présente un modèle diversifié entre les différentes activités extractrices de ressources (chasse, pêche et cueillette) et l'agriculture du maïs, laquelle garde tout de même une place importante dans l'économie et ayant conduit à la création du front de déforestation secondaire. Ce troisième profil alimente les villages des deux premiers modèles en produits forestiers, entrainant au final un ruissellement de l'économie liée à l'agriculture de rente du maïs dans l'ensemble des villages.

Ainsi il existe bien aujourd'hui au sein de la zone d'étude une organisation économique supra-villageoise induite par une spécialisation des taches entre les villages, ce qui a déjà été observée au Burkina Faso à l'échelle micro-régionale (Caillault & Marie, 2016). Cependant les études s'intéressant à la variabilité locale des pratiques humaines restent rares du fait de la disparition progressive depuis les années 1990 des monographies

locales au profit des recherches régionales ou à l'échelle des bassins de production (Bassett *et al.*, 2007 ; Caillault & Marie, 2016). À noter que cette spécialisation des tâches et de l'organisation sociétale a souvent été considérée comme un facteur de développement des sociétés dites artisanales en anthropologie sociale et archéologie (Méry *et al.*, 2005), pouvant traduire une phase de développement économique des populations locales de la zone d'étude. Avec le ruissellement des revenus liés à la culture du maïs au sein de l'ensemble des villages, celle-ci apparaît comme le moteur de ce développement local, même si celui-ci se fait en partie au détriment des espaces forestiers.

Pour finir, il est important de noter que d'un point de vue écologique, cette spécialisation économique a également entrainé une rupture à l'échelle globale du paysage entre les zones à proximité des villages et celles plus isolées, rupture observable au travers des profils d'évolution paysagère des territoires où aucun village n'est installé, voire même où il n'existe aucune route carrossable. Ainsi au-delà de la spécialisation économique des villages, il existe localement une véritable spécificité territoriale en termes de dynamiques paysagère, résultant notamment de l'organisation spatiale des populations humaines sur les différents territoires. Cette spécificité territoriale permet notamment de limiter l'impact de la culture du maïs à l'échelle de la zone d'étude, avec des portions de paysage soumises uniquement à la dynamique écologique du milieu caractérisée par une expansion des forêts sur les savanes.

5.3. Influence grandissante de la société civile dans la dynamique paysagère : entre gouvernance des terres et résilience socio-écosystémique

Pendant les deux premières sous-périodes de l'étude, s'étalant de 1973 à 2000, les activités humaines et leurs économies responsables de leurs intensités ont localement été influencées par le pouvoir central étatique. En effet, à l'instar de nombreuses anciennes colonies en Afrique, la RDC a entrepris après son indépendance une politique exportatrice de produits agricoles afin de favoriser son développement (Chaléard & Sanjuan, 2017). Cette politique a entrainé localement un développement important de la culture du café. Puis en 1973, Mobutu alors président, opte pour une politique nationaliste, entraînant la « zaïrianisation » des entreprises qui se retrouvent toutes nationalisées. Cela s'est traduit par un monopole de l'état sur l'économie et la fuite des investisseurs étrangers, ayant pour conséquence la faillite des entreprises sur le moyen terme en raison de nouveaux propriétaires non préparer à la gestion des filières de productions, mais également d'une corruption accrue du gouvernement (Moreau, 2010 ; Bobineau, 2016). Au-delà de la chute des prix, à laquelle les entreprises congolaises n'ont pas su faire face, c'est bien cette politique nationaliste de Mobutu, en voulant contrôler l'ensemble de l'économie, qui a

provoqué le déclin de la culture de rente du café dans toute la RDC, et donc au sein des différents villages de la zone d'étude.

Ce contexte de pays endetté, couplé à une situation politique instable à la fin des années 1990 et début 2000, a été favorable à l'installation localement de nouveaux acteurs dans le système local de gouvernance. Ainsi la BIACO, MMT puis le WWF sont localement devenus les principaux acteurs du développement à l'échelle de la zone d'étude, avec pour MMT et le WWF une volonté d'instaurer un « développement vert » basé sur la protection de l'environnement, et notamment des bonobos et de leur habitat via la création d'un réseau de forêts communautaires (Narat *et al.*, 2015c ; Photo 6.5).

Photo 6.5 : Réunion entre les chefs de terre et une partie de l'équipe administrative de MMT, dont le Président Jean-Christophe Bokika, à la suite de l'officialisation des forêts communautaires par l'état sur la base du WWF en 2017.

La multiplication des organisations paragouvernementales de par le monde ces dernières décennies est un fait avéré, notamment dans les pays du Sud, et ce d'autant plus en Afrique, où les contextes y sont propices en raison des dettes accumulées par les états et de fait la faiblesse du pouvoir central pour répondre aux besoins des populations et aux impératifs de développement (Chaléard & Sanjuan, 2017). Alors que les ONGs ont très longtemps été cantonnées à des rôles d'urgence humanitaire, ou entièrement dédiées à la protection de la biodiversité, ces dernières s'investissent de plus en plus dans des projets de développement, alors même que ce rôle est normalement attribué aux instances étatiques (Kamdem, 2016). À noter que dans une logique de développement durable, ces organisations mettent bien souvent en place des programmes locaux ou micro-régionaux alliant développement et urgence environnementale, et ce en agissant

directement à l'échelle des villages, même si cela peut provoquer des inégalités territoriales entre ceux intégrés ou non dans ces programmes (Chaléard & Sanjuan, 2017). C'est bien cette dynamique qui est observée localement au sein de la zone d'étude, avec l'incorporation uniquement de certains villages dans les projets de conservation et de développement. Cette différence est observable au travers des économies villageoises, avec seulement quatre villages présentant une plus ou moins grande proportion de foyers dont l'économie est directement dépendante des ONGs. Localement cela crée des inégalités entre les villages, lesquelles sont visibles dans les perceptions que chacune des populations villageoises se fait des ONGs, ou tout du moins du projet de forêts communautaires.

Malgré ces disparités, il n'en est pas moins vrai que les ONGs ont joué, et continuent de jouer, un rôle prépondérant dans le développement économique et social des populations humaines, mais également dans la gestion des terres et des ressources naturelles sur l'ensemble de la zone. La BIACO a largement contribué au développement de la culture de rente du maïs, laquelle apparaît comme le pilier de l'économie à l'échelle de la zone d'étude, de manière directe pour les agriculteurs la pratiquant, ou de manière indirecte via un ruissellement des fonds générés par cette culture. MMT et le WWF, quant à eux, développent certes de petits projets de développement très ponctuels, notamment autour de l'élevage familial, mais participent surtout à la création d'emplois et à la transformation des règles d'accès à l'espace et aux ressources via les forêts communautaires. Alors que la BIACO a été l'élément déclencheur de la dynamique de déforestation à l'œuvre sur l'ensemble de la zone, avec la création de deux fronts de déforestation, un principal et un secondaire, MMT et le WWF participent à la protection et la conservation des espaces forestiers. Dès lors, les ONGs apparaissent comme les acteurs majeurs de la gouvernance locale et du développement des populations, mais elles agissent également comme le moteur de la résilience du socio-écosystème dans sa globalité, à l'instar d'un modérateur des activités humaines, et donc de la dynamique du paysage. À noter que la déliquescence de l'état à la fin des années 1990 et sa faible emprise sur le territoire par la suite est un facteur ayant largement participé à cette implantation localement des ONGs, et de fait permis la résilience et la protection du paysage.

En effet, les ONGs pèsent directement dans la balance entre déforestation et expansion forestière à l'échelle globale de la zone d'étude, même s'il existe des différences territoriales. Cela vient notamment conforter certaines affirmations attestant du rôle des ONGs afin de promouvoir un « développement vert » au travers de règles de bonne conduite (Agrawal & Ostrom, 2001 ; Roth, 2004 ; West, 2006 ; West *et al.*, 2006). En se basant sur les analyses de De Sardan (2009) sur les modes de gouvernance locale en

Afrique de l'Ouest, il semblerait que la gouvernance au sein de la zone étudiée soit progressivement passée d'une gouvernance chefferiale, héritée de la colonisation, à une gouvernance associative caractérisée par l'implication d'ONGs et la création d'associations locales. Les CLDC, ou Comité Local de Développement et de Conservation, créés dans chacun des villages sous l'impulsion de MMT afin de représenter la population villageoise en est le parfait exemple. Même si la chefferie existe toujours et sert de connexion entre la population locale et le pouvoir étatique, il est évident que les ONGs ont pris le relais en termes de politique de développement.

Toutefois, les ONGs ne sont pas les seules actrices de la société civile à jouer un rôle majeur dans la gouvernance des terres, et il semblerait que le réseau de forêts communautaires ne permette pas, seul, de compenser la dynamique de déforestation. En effet, la SOGENAC, présente depuis la fin des années 1950 dans la zone, n'a eu de cesse depuis de prendre de l'ampleur, en privatisant au cours de la période d'étude de plus en plus de zones de savanes et de forêts. Le développement de la SOGENAC a par ailleurs participé à faire de l'ancienne province du Bandundu, mais plus particulièrement de la région des plateaux du Maï-Ndombe, la première province productrice de bovin à l'échelle du pays en 2010, avec 20,3% du cheptel national (Mosnier *et al.*, 2016). À la vue des différentes cartographies produites, il semblerait que ce soit bien cette société d'élevage qui soit majoritairement responsable de l'expansion forestière, avec les zones savanicoles les plus anciennement privatisées qui aujourd'hui se retrouvent largement colonisées par la forêt. Face à ce constat, il est probable que dans les années futures, les espaces plus récemment acquis par la société suivent la même direction. Alors que de par le monde, et depuis plusieurs décennies maintenant, l'élevage a été identifié comme l'un des moteurs de la déforestation (Pierre *et al.*, 1995 ; Pasquis, 1999 ; Mas & Puig, 2001 ; Poccard *et al.*, 2015), il semblerait bien que localement l'élevage extensif proposé par la SOGENAC soit davantage associé à l'enfrichement des savanes facilitant l'expansion forestière. Cette différence vient notamment du fait que la plupart du temps la déforestation au profit de l'élevage soit réalisée afin de créer des zones de pâturage, alors que dans le cas présent, les espaces de pâtures constituent des formations écologiques déjà existantes, les savanes, ne nécessitant aucune intervention destructrice sur les forêts. Cette observation vient par ailleurs à l'encontre d'une étude faisant état de l'élevage bovin comme l'un des facteurs de déforestation à l'échelle du bassin du Congo (Tchatchou *et al.*, 2015). Sans remettre en cause cette tendance, les résultats produits ici illustrent cependant tout l'intérêt de reconsidérer l'échelle locale plutôt que régionale, ainsi que les pratiques humaines, afin d'éviter les fausses généralités. Bien que la littérature soit maigre au sujet d'une interaction positive entre élevage et régénération forestière, il existe cependant quelques études faisant état du rôle bénéfique de l'élevage

au sein des plantations agricoles pérennes ou arborées. En effet, le bétail permet le maintien d'une couverture végétale riche, dense et plurispécifique au sol, tout en assurant une restitution de fumure organique et donc une fertilisation permettant d'enrichir les sols et de faciliter le développement végétal, même si la pratique de l'élevage en zone agricole boisée reste marginalisée et a du mal à se développer (D'Aquino *et al.*, 1995 ; Ruf, 2008). De même, en zone soudanienne, une étude a mis en évidence que l'absence de feu était favorable aux semences à germination lente, donc plutôt forestières, et que l'élevage favorisait la régénération ligneuse immédiate, celle-ci se faisant rapidement consommer par la suite (Ickowicz & Mbaye, 2001). Ainsi, ces principes, couplés à un système de rotation des savanes pâturées et un élevage extensif avec des cheptels de taille moyenne de dépassant pas la capacité de charge du milieu, peuvent expliquer le rôle positif joué localement par l'élevage bovin en termes d'expansion forestière. Le cheptel fertilise le sol et dissémine des semences forestières dans les savanes, et grâce au système de rotation et à la diminution des feux de brousse, ces semences ont le temps de coloniser les espaces savanicoles par enfrichement, l'avifaune pouvant venir compléter le processus en disséminant à son tour des graines après avoir colonisé ces nouvelles niches écologiques. Ainsi, outre les ONGs, la SOGENAC joue véritablement un rôle primordial dans la gouvernance des terres et la pérennité du couvert forestier. Même si la SOGENAC n'est pas un acteur majeur du développement économique des villages, malgré quelques emplois nécessitant toutefois le déménagement des foyers sur les sites gérés par la société, celle-ci participe à la régulation des modes d'accès à l'espace et d'exploitation des ressources, et contre toute attente son activité semble favorable à l'expansion du réseau forestier.

6. Conclusion

Cette partie a mis en évidence une déforestation effective à l'échelle du paysage de la zone d'étude au cours de la période postindépendance. Toutefois celle-ci doit être nuancée. En effet, la déforestation n'a pas été linéaire depuis 1973, avec notamment une période de régénération forestière entre 1984 et 2000, et à partir de 2000 une rupture spatiale de la dynamique paysagère est observée. Certes depuis 2000 deux fronts de déforestation d'intensité variable sont observés, mais certaines parties du paysage sont quant à elle largement soumises à une expansion forestière. Ainsi la dynamique du socio-écosystème caractérisant la zone d'étude a connu des variations temporelles, mais également spatiales, largement influencées par l'intensité des activités économiques agricoles au cours du temps. L'agriculture du café dans un premier temps, puis celle du maïs plus récemment, sont apparues comme les principaux moteurs locaux de la déforestation, la première durant la période suivant l'indépendance jusqu'au milieu des années 1980 et la deuxième depuis le début des années 2000. Toutefois, alors que la

première phase de déforestation a été contrebalancée par l'arrêt de la culture du café ayant permis une régénération forestière des anciennes cultures pérennes, la phase de déforestation actuelle ne semble pas diminuer, au contraire. Malgré tout, elle est en partie compensée par la création du réseau de forêts communautaires permettant la protection de larges zones forestières, mais également par la privatisation de larges portions du paysage par la SOGENAC, la société d'élevage bovin présente localement. L'un des résultats notoires de cette étude est d'ailleurs l'impact positif de l'élevage sur la protection des forêts et leur expansion sur les savanes, alors que de par le monde ce dernier est largement considéré comme un facteur principal de déforestation. Ainsi la situation générale de la zone d'étude n'apparaît pas comme catastrophique, avec dans les chiffres une quantité de forêts qui n'a pas été drastiquement réduite au cours de la période étudiée. Sans remettre en cause l'existence effective d'une déforestation, elle reste cependant largement localisée en périphérie des villages. Cela entraine notamment une variabilité locale forte en termes de dynamique paysagère, observable au travers des différents profils paysagers territoriaux, mais également au travers de la spécialisation locale des économies villageoises. Ainsi, populations villageoises, ONGs et sociétés privés, couplées aux pouvoirs administratifs coutumiers et étatiques en place localement au travers des chefs de terre et de la chefferie, forment aujourd'hui le système de gouvernance local, avec des internatilités et des externatilés responsables de la dynamique du paysage et de sa résilience, mais également de manière plus large du socio-écosystème. De manière générale ce dernier semble s'être adapté à l'évolution des activités humaines et le paysage avoir trouvé un équilibre grâce à cette spécificité territoriale. Toutefois celui-ci reste fragile, et cette étude met notamment en lumière les zones les plus sujettes aux activités anthropiques transformatrices du paysage. Il en va aux acteurs locaux de la gouvernance de prendre en compte ces résultats et cette variabilité pour mettre en place des actions de développement et de conservation de manière efficiente et adaptées aux contextes socio-économiques et environnementaux villageois.

7

CONCLUSION GENERALE

Copyright : Christophe Demichelis 2021

Coucher de soleil sur le fleuve Congo depuis la pirogue de MMT

1. Synthèse générale des principaux résultats

Cette recherche doctorale avait pour objectifs principaux d'analyser l'évolution des interactions humains-milieux au sein de la mosaïque forêt/savane structurant les sites d'actions de l'ONG MMT au fil du temps, et ce au prisme du concept de paysage, avec notamment un accent mis sur les dynamiques de déforestation. Afin de conduire cette étude, différentes hypothèses ont été posées en amont de la recherche. Parmi elles, nous avons supposé que le concept de paysage, situé à l'interface de la nature et des sociétés et appréhender par de multiples disciplines, pouvait être déconstruit afin d'être analysé via une approche socio-écosystémique. La **Partie 2** de ce manuscrit, en dressant le cadre conceptuel et théorique de cette recherche, a permis de démontrer l'intérêt de cette démarche. En effet, l'hybridité caractéristique des concepts de paysage et de socio-écosystème a permis leur combinaison autour d'un système complexe associant des composantes sociales et écologiques en interactions, lesquelles sont caractérisées par le concept de services écosystémiques. À noter que même si ce modèle n'a pas été utilisé sur le terrain, préférant une approche inductive dans la collecte des données, il a participé ensuite à leur organisation afin de produire une analyse structurée, et la plus globale possible, du paysage étudié et des interactions y prenant place.

Cette approche socio-écosystémique du paysage (**Partie 2**) a conduit à la réalisation dans un premier temps d'une analyse multidimensionnelle de celui-ci (**Partie 3**) sur la base des trois niveaux d'analyse que sont le *land unit*, le *land use* et le *land cover*. La pertinence de cette analyse repose par ailleurs sur la juxtaposition des méthodes, en croisant des analyses issues de la télédétection avec des données issues des savoirs locaux, ce qui était l'une de nos hypothèses de recherche. Ainsi la **Partie 3** dresse la carte d'identité du paysage étudié en tenant compte à la fois de sa structure, mais également des interactions qu'entretiennent les populations avec celui-ci, tant en termes de perceptions que d'activités responsables de sa dynamique. Au final, il a été mis en avant une dynamique écologique générale de colonisation progressive des savanes par la forêt, laquelle est facilitée dans les zones de conservation communautaire. Ainsi cette première étape de l'analyse a permis de dresser un bilan général du paysage actuel, avec des espaces très peu influencés par les activités humaines, et des espaces davantage sous l'influence des populations villageoises par le biais de leurs activités productrices, notamment agricoles, et de la pratique des feux de savane. Les principaux espaces soumis à une dynamique de déforestation due à l'agriculture sur brûlis ont pu être mis en exergue en périphérie des villages et directement corrélés à une organisation spatiale concentrique des terroirs villageois (**Partie 5**). À noter qu'une variation d'intensité en termes de dynamique de déforestation a pu être identifiée à l'échelle de la zone d'étude, avec la mise en évidence de deux fronts de déforestation, un principal directement lié à

l'agriculture de rente du maïs en périphérie des villages à proximité du fleuve Congo, et un secondaire de plus faible intensité davantage lié à une agriculture vivrière réalisée par les populations des villages davantage reculés dans les terres (**Parties 5 et 6**).

Dans un deuxième temps, l'un des résultats majeurs ressortant de cette recherche est l'évolution du système de gouvernance local depuis la période précoloniale jusqu'à aujourd'hui et de son implication dans la dynamique du paysage, comme supposé dans les hypothèses de départ. Prendre en considération cette évolution de la gouvernance est revenu à étudier l'évolution dans le temps des règles et des modes de vie régissant la dynamique du socio-écosystème, mais également le processus de résilience du paysage face à ces perturbations, et ce par le biais de l'évolution du couvert forestier. Ainsi différentes périodes ont pu être identifiées en termes de gouvernance et d'exploitation du milieu. Toute d'abord, la mosaïque forêt/savane est passée d'une exploitation homogène des ressources dans la période précoloniale, caractérisée par la présence de petites villages claniques sur l'ensemble de l'espace étudié, à une exploitation hétérogène en raison d'un regroupement des populations humaines en de plus larges villages le long de routes nouvellement créées lors de la colonisation (**Partie 4**). Cette mobilité humaine est largement impliquée dans la rupture spatiale de dynamique paysagère, observable lors de l'analyse de la structure des paysages des anciens sites villageois aujourd'hui abandonnés. En effet, il s'est avéré que les anciens espaces habités les plus éloignés des villages actuels sont aujourd'hui colonisés par la forêt, alors que les plus proches sont toujours exploités pour leurs ressources. À noter que ce résultat de la **Partie 4** est probablement l'un des plus notables de cette recherche. La prise en considération des mobilités villageoises sur le temps long a permis d'identifier les populations humaines comme moteur passé de l'expansion du réseau forestier, ainsi les forêts structurant la zone d'étude auraient de fait une origine largement anthropique. Par un mode de vie semi-sédentaire, avec des mobilités villageoises régulières, les populations locales ont largement contribué dans la période précoloniale à la création de nouvelles forêts. Avec la colonisation et le passage à une vie sédentaire totale, ce changement de mode de vie illustre la première transformation en termes de gouvernance, laquelle est passée d'une autorité coutumière à une autorité étatique sous l'impulsion du pouvoir colonial. Cette dynamique s'est poursuivie dans la période postcoloniale, avec une forte mainmise de l'état congolais sur les politiques de développement à l'échelle nationale, et notamment la nationalisation des entreprises et donc de l'économie, ce qui a localement conduit à l'essor de la culture du café. Cela se traduit jusqu'au milieu des années 1980 par une poursuite de la dynamique de déforestation en périphérie des village (**Partie 6**). Cette transformation de gouvernance et ses conséquences mettent parfaitement en évidence les bienfaits des modes de vie locaux sur la préservation de l'environnement par les

populations (exploitation précoloniale homogène et très localisée par de petits villages claniques semi-sédentaires), laquelle s'étiole à mesure que les dynamiques capitalismes imprègnent les populations aux marges, et parfois même très reculées, avec une incorporation de l'exploitation des ressources dans un marché globalisé (sédentarisation en large village et production répondant à une logique de développement nationale incluse dans un processus de mondialisation). Toutefois cette tendance s'est inversée par la suite, notamment en raison d'une politique nationale instable et une chute des cours du café sur les marchés mondiaux ayant conduit à un désintéressement de l'état pour la zone. Cette tendance a permis une régénération temporaire du couvert forestier, toutefois cette situation instable a également favorisé l'arrivée, l'installation et le développement progressif de nouveaux acteurs dans le système de gouvernance local au début des années 2000, à savoir les ONGs et les sociétés privées (**Partie 6**). Ainsi aujourd'hui l'état a perdu toute influence localement au profit de ces nouveaux acteurs, lesquels régissent l'accès aux ressources et à l'espace. Le paysage semble toutefois avoir trouvé un équilibre entre déforestation et expansion forestière, avec des acteurs ayant tantôt été impliqués dans la conversion d'espaces forestiers en terres agricoles, et d'autres dans la préservation de l'environnement. À noter également l'impact positif de l'élevage extensif bovin pratiqué localement par la société privée, lequel s'avère être aujourd'hui le principal moteur de l'expansion forestière et ayant conduit à la résilience du paysage, ce qui représente un résultat original car très peu observé.

Enfin, l'un des derniers résultats de cette recherche, mais pas des moindres, est la mise en évidence, comme supposé dans notre dernière hypothèse de recherche, d'une forte variabilité locale induite par l'hétérogénéité du milieu, que ce soit en termes de structure et de composition paysagère (**Parties 3 et 5**), de dynamique paysagère (**Partie 4, 5 et 6**), ou de spécialisation villageoise (**Partie 5 et 6**). En effet, les analyses par télédétection ont confirmé la forte hétérogénéité du paysage, avec 11 classes paysagères identifiables par télédétection et structurant la carte du *land cover*, lesquelles peuvent être par ailleurs subdivisées en 19 unités paysagères, ou *land units*, d'après les représentations locales de la population (**Partie 3**). Cette variabilité de la composition paysagère a également été mise en avant lors de l'analyse des terroirs villageois, lesquels présentent des situations environnementales variables, directement liées à la structure du paysage alentour, influençant à la fois les activités humaines pratiquées au sein de chacun des villages, mais également leur organisation spatiale à leur périphérie (**Partie 5**). En termes de dynamiques paysagères, il a été à plusieurs reprises mis en avant une rupture spatiale à l'échelle de la zone d'étude, laquelle a été induite dans un premier temps par le regroupement des villages (**Partie 3**), puis par la mise en place des projets de conservation et de développement de manière sporadique au sein du paysage et des villages (**Partie 6**),

ainsi que par l'accaparement progressif d'espaces savanicoles par la société d'élevage bovin (**Partie 6**). À noter que cette variabilité locale de dynamique paysagère a parfaitement été mise en avant lors de l'analyse de l'évolution du couvert forestier à l'échelle des territoires villageois, lesquels présentent des profils évolutifs bien distincts depuis 1973 (**Partie 6**). Enfin, cette variabilité en termes de structure et de dynamique paysagère, mais également en termes de conservation et de développement, se retrouve inévitablement corrélée à une spécialisation des activités humaines au sein des différents villages (**Partie 5 et Partie 6**). Cette spécialisation est directement observable sur l'économie, avec des villages tantôt spécialisés dans l'agriculture de rente du maïs, ou tantôt présentant une diversification de leurs activités (**Partie 6**). Ainsi au-delà du paysage en lui-même, il existe bien localement une véritable variabilité des contextes socio-environnementaux et les villages peuvent être appréhendés comme des micro-socio-écosystèmes responsables de la dynamique du paysage à leur périphérie, mais également à l'échelle de la zone d'étude de par leurs relations les uns avec les autres. Cela met notamment en avant une coopération entre les différents acteurs à l'échelle locale, que ce soit les populations, les ONGs ou encore les sociétés privées.

2. Points forts de la recherche

L'une des forces majeures de cet exercice de thèse est d'être parvenu, autour d'un objet hybride et pluridisciplinaire qu'est le paysage, à mobiliser tout un panel de concepts, de méthodes et d'outils d'analyses propres à diverses disciplines, et ce tout en restant ancré dans le champ de la géographie. En effet, que ce soit le paysage en lui-même, ou encore le socio-écosystème, ces concepts présentent une hybridité immuable, voire une polysémie, permettant de les appréhender au prisme de multiples disciplines, tantôt plutôt sociales, tantôt plutôt naturelles. Ainsi tout au long de cette recherche, il a été décidé de croiser différents regards, certes celui du géographe, à la fois physique et social, mais également celui de l'écologue, de l'anthropologue ou encore de l'historien. Cette tâche, bien que complexe, a été permise par cette approche inductive développée sur le terrain, autorisant le recueil de données à la fois quantitatives et qualitatives, et ce sans limiter les intérêts de recherche. Même si cela a de fait conduit à l'élaboration d'un corpus de données complexes, le lien entre toutes les données s'est fait naturellement autour du concept de paysage et du cadre conceptuel élaboré, notamment du fait de son hybridité. Ainsi, il a été possible de croiser des analyses par télédétection avec des données qualitatives issues d'enquêtes de terrain basées sur des témoignages historiques, des analyses des perceptions humaines fondées sur les connaissances et savoirs locaux, ou encore des données spatialisées des activités humaines. De même ces analyses par télédétection ont pu dans d'autres cas être confrontées à des données quantitatives, issues de questionnaires pour étudier les contextes socio-économiques locaux, de relevés

botaniques pour caractériser la composition et la structure paysagère, ou encore d'analyses statistiques.

À noter que l'utilisation des SIG est apparue plus que pertinente afin de croiser entre eux les différents types de données. Cela a permis de produire un discours spatialisé tout au long du manuscrit, et ce que ce soit avec les données quantitatives ou qualitatives, actuelles ou historiques, facilitant leur organisation autour du concept de paysage. Ainsi, les SIG sont réellement l'outil intégrateur du corpus de données pour produire ce manuscrit, me permettant ainsi de rester ancrer dans la discipline de la géographie malgré la pluralité des méthodes et outils mobilisés. Cela s'inscrit véritablement dans une volonté personnelle, en tant que chercheur défendant une thèse en géographie, celle d'avoir du début à la fin de cette recherche une démarche et une approche spatialisée de mon terrain d'étude et de mon objet de recherche, et ce en variant les échelles d'analyse, considérant tantôt l'ensemble de la zone, tantôt le terroir villageois ou encore les territoires villageois. Toutefois, l'accent n'a pas seulement était mis sur la spatialité des résultats. Les variations de temporalité des processus à l'œuvre au sein du paysage ont largement été considérées, ce qui en soit est un élément indissociable des études géographiques. En ce sens, plusieurs échelles temporelles ont été mobilisées, permettant une analyse actuelle du paysage et de sa dynamique, mais également de son évolution depuis la fin du 19ème siècle jusqu'à aujourd'hui via les mobilités humaines, ou encore de ses transformations récentes grâce à une approche pluriannuelle réalisée entre 1973 et 2016.

Au final, le risque initial pris en faisant le choix de croiser les approches et les méthodes s'avère être une force. J'ai pu en ce sens produire une analyse globale du paysage, sans me mettre de barrière quant aux outils utilisés. Cela a permis une meilleure compréhension d'un paysage encore très peu étudié mais pour autant présentant une grande originalité, ne serait-ce que par la variabilité de contextes socio-environnementaux qu'il présente. Cela met notamment en avant toute la complexité des espaces situés aux marges des grands ensembles homogènes, lesquels doivent être considérés et étudiés de manière individuelle. Cela illustre de nouveau tout l'intérêt de reconsidérer les échelles locales, voire micro-locales, afin de pouvoir appuyer les politiques de développement et de conservation dans leurs prises de décisions, et ce de la manière la plus efficiente possible. En effet, les études locales permettent à ces acteurs décisionnaires de prendre des mesures en accord avec une réalité de terrain à la fois sociale et environnementale, plutôt que de considérer des généralités souvent infondées.

3. Limites et nouvelles pistes de recherche

La principale limite de cette étude réside dans les avancées technologiques récentes ou à venir en termes d'imagerie satellitaire. En effet, la télédétection est un domaine en pleine expansion qui connait des avancées rapides. Pour exemple, en 2018 le satellite GEDI équipé de la technologie LIDAR (*Laser Imaging Detection and Ranging*) a été lancé, avec pour mission principale la cartographie de l'ensemble des forêts terrestres afin d'identifier les zones les plus menacées, ainsi que la raison de leur déclin. Ce satellite possède la plus haute résolution d'échantillonnage de tous les satellites LIDAR jamais mis en orbites, avec la possibilité de mesurer la hauteur et la structure de la canopée, ainsi que la biomasse située en dessous (Qi *et al.*, 2019 ; Potapov *et al.*, 2021 ; Schneider *et al.*, 2020 ; Lang *et al.*, 2021), ce qui appliqué à notre recherche aurait peut-être permis de prendre en considération l'intégralité des 19 unités paysagères, ou *land units*, identifiées dans la production de la carte du *land cover*, affinant encore davantage l'analyse de la structure et de la composition du paysage. De même, les analyses des fronts de déforestation réalisées par télédétection dans cette étude de prennent pas en compte les types de perturbations, qu'elles soient issues de la conversion des terres en cultures, de feux de brousse ou encore d'exploitations sélectives de bois, même si les analyses spatiales, en se basant sur notre connaissance du terrain et les différents témoignages, ont tenté de faire la distinction dans l'approche pluriannuelle. En ce sens, de nouvelles analyses par télédétection à l'instar de celles réalisées par Curtis et son équipe (2018) pourraient permettre d'évaluer plus finement les dynamiques de déforestation et les types de perturbations à l'œuvre au sein du paysage étudié.

Par ailleurs, cette étude se focalise sur un unique espace géographique, et même si l'accent a été mis sur la mise en évidence de la variabilité locale au sein de cette zone restreinte, une étude comparative multi-scalaire considérant d'autres espaces présentant des caractéristiques sociales ou environnementales similaires aurait pu être intéressant. Ainsi les résultats de cette étude pourraient être comparés à un espace forestier du bassin du Congo présentant également un projet de conservation communautaire afin de mettre en évidence la particularité de ces projets et de leurs impacts sur la dynamique des écosystèmes forestiers. En effet, ce type de conservation existe depuis plusieurs décennies au Cameroun (Milol, 1999 ; Julve & Vermeulen, 2008), et plus récemment tentent de se développer au Gabon (Vermeulen *et al.*, 2009 ; Meunier *et al.*, 2011). De même, au-delà du contexte socio-environnemental caractérisé par la conservation communautaire, une approche comparative avec un autre paysage de mosaïque forêt/savane localisé à la périphérie de la forêt du bassin du Congo aurait permis de mettre en avant la variabilité, mais également les similitudes, entre ces socio-écosystèmes particuliers situés à la marge. Ces paysages sont largement présents dans les pays

d'Afrique Centrale sur lesquels la forêt du bassin du Congo s'étend (Makanga, 2011 ; Camara *et al.*, 2012). Pour autant ils restent encore aujourd'hui très peu étudiés car pendant bien longtemps considérés comme appartenant aux forêts denses et résultant de la déforestation ou de la dégradation du milieu (Fairhead & Leach, 1996), ce qui en ferait des terrains novateurs pour de futures recherches.

Dans une autre optique, l'officialisation par l'état des forêts communautaires en 2017, mais également et surtout le projet REDD+ développé par le WWF depuis 2016 et mis en place durant le terrain d'étude, sont des facteurs qui n'ont pas pu être pris en compte dans cette recherche mais qui devraient venir accélérer dans un avenir proche les projets de conservation locaux, avec la création à moyen terme de nouveaux espaces forestiers, mais également un possible durcissement de la règlementation d'accès à l'espace et aux ressources. En effet, même si ces projets sont récents de par le monde, certaines études actuelles s'accordent pour dire que ces derniers, développés dans des logiques descendantes, ou *top-down*, sont bien souvent perçus comme des énièmes initiatives postcoloniales et présentent régulièrement des difficultés de mise en œuvre (Bartholdson *et al.*, 2019) pouvant entrainer de nombreuses répercussions sociales et environnementales (Howson, 2018 ; Maskey & Adhikari, 2018 ; Hajjar *et al.*, 2021). De plus, ces projets pensés aux Nords et appliqués aux Suds dans une logique de capitalisme écologique peuvent dans de nombreux cas venir mettre à mal des initiatives locales pourtant très fonctionnelles et efficientes. C'est pourquoi l'analyse de ces projets apparaît comme primordiale et il sera impératif d'en réaliser un bilan une fois celui-ci achevé. À cela s'ajoute la présence de la SOGENAC, qui risque d'étendre son emprise sur le territoire en privatisant de nouvelles savanes. Tout cela aura un impact direct sur les pratiques humaines et sur le paysage. Ainsi, il serait intéressant de reproduire certains protocoles élaborés dans cette recherche, notamment l'approche multi-temporelle par télédétection, d'ici quelques années, afin de dresser un bilan de ces nouveaux facteurs sur l'évolution du couvert forestier et une potentielle adaptation du socio-écosystème. La réalisation de nouvelles enquêtes socio-économiques permettrait également de voir l'évolution de la situation humaines et donc de la viabilité de l'équilibre entre préservation des forêts et développement des populations villageoises. Au final, en dressant le portrait de la situation actuelle du paysage et des interactions humains-milieux, cette recherche entend servir de base au développement d'études futures. À ce sujet, il est important de noter que les données utilisées dans cette thèse de doctorat représentent seulement une partie de toutes celles collectées sur le terrain dans le cadre du projet SHAPES, lesquelles n'attendent qu'à être valorisées. En effet, différents suivis participatifs sur les activités humaines et les contacts avec des primates non-humains ont été réalisés, de même qu'un suivi de la chasse et de la commercialisation de la viande de brousse. Dans la même

optique, tous les entretiens réalisés ont permis de collecter un large panel de données quant à la culture Tio, lesquelles pourraient être valorisées sous la forme d'analyses ethnographiques et historiques.

4. Perspectives

Outre l'exercice académique que la production d'une thèse de doctorat représente, cette expérience m'a permis d'acquérir de nouvelles connaissances et compétences. Issu de l'écologie, j'ai dans un premier temps dû me familiariser avec les approches théoriques en géographie, et plus largement en sciences sociales, grâce à de multiples recherches bibliographiques, et ce afin d'élaborer le cadre conceptuel de ma thèse ainsi qu'une partie de mon protocole de recherche. Cette étape est notamment passée par l'intégration de différents concepts de la géographie, mais également des outils et des méthodes de recueil mobilisés par cette discipline, au travers des enquêtes de terrain qualitatives et quantitatives. En parallèle, l'apprentissage des outils et méthodes d'analyse en géomatique, alliant SIG (QGIS) et télédétection (ENVI), a été indispensable à la production de ce manuscrit. Au final, en complément de mes connaissances en biologie et écologie générale et tropicale acquises lors de ma licence et de mon master, ce doctorat m'a véritablement permis de développer un profil de chercheur transdisciplinaire, à l'interface des sciences naturelles et des sciences sociales.

Toutefois, ces nouvelles compétences ne se limitent pas à la recherche. Mes différentes expériences d'enseignement réalisées durant les dernières années de doctorat m'ont également permis d'acquérir une méthodologie de création de cours et de transmission de mes connaissances auprès d'un public d'étudiants universitaires (450h : 80h CM ; 362h TD ; 8h TP). De même, la participation à différents colloques et conférences en France et à l'étranger m'a permis de tester mes capacités à présenter et défendre mes recherches devant un public averti et initié, tantôt appartenant aux sciences sociales, tantôt aux sciences naturelles.

Alors qu'en débutant cette thèse je n'imaginais pas évoluer par la suite dans le milieu universitaire, il est vrai qu'à présent je ne suis plus fermé à cette possibilité, sans pour autant en faire ma priorité. Un poste de Maître de conférences me permettrait de pouvoir allier l'enseignement, pour lequel j'ai véritablement pris goût au travers des moments d'échange et de partage avec les étudiants, à la recherche, avec pour terrains de prédilection les milieux tropicaux où sont développés des projets de conservation communautaire induisant une forte relation d'interdépendance entre les populations humaines et leur environnement. Le terrain sur lequel travaille et évolue l'association

Opti'pousse Haie à Madagascar pourrait en soit représenter un nouveau terrain d'étude, avec d'ores et déjà une grande quantité de données à disposition qui n'attendent qu'à être valorisées.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Les références ont été présentées par ordre alphabétique (premier auteur), puis par ordre chronologique

A

Abernethy, K.A., Coad, L., Taylor, G., Lee, M.E. & Maisels, F. (2013). Extent and ecological consequences of hunting in Central African rainforests in the twenty-first century *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 368(1625), 20120303. https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0303

Abernethy, K., Maisels, F. & White, L.J.T. (2016). Environmental Issues in Central Africa. *Annual Review of Environment and Resources,* 41, 1-33. https://10.1146/annurev-environ-110615-085415

Achard, F., Beuchle, R., Mayaux, P., Stibig, H.-J., Bodart, C., Brink, A., Carboni, S., Desclée, B., Donnay, F., Eva, H.D., Lupi, A., Rasi, R., Seliger, R. & Simonetti, D. (2014). Determination of tropical deforestation rates and related carbon losses from 1990 to 2010. *Global change biology*, 20(8), 2540-2554. https://doi.org/10.1111/gcb.12605

Achberger, J. (2013). Belgian Colonial Education Policy: a poor foundation for stability. *The Ultimate History Project.* http://www.ultimatehistoryproject.com/belgian-congo

Adams, P. (2017). Place. *In* Richardson, D., Castree, N., Goodchild, M.F., Kobayachi, A., Liu, W. & Marston, R.A. (ed), *International Encyclopedia of Geography: People, the Earth, Environment and Technology*, Chichester, John Wiley and Sons, 5073-5085.

Adetola, O. O. & Adebisi, M. A. (2019). Impacts of deforestation on the spread of Mastomys natalensis in Nigeria. *World Scientific News*, 130, 286-296. http://www.worldscientificnews.com/wp-content/uploads/2019/04/WSN-130-2019-286-296.pdf

Agrawal, A. & Ostrom, E. (2001). Collective Action, Property Rights, and Decentralization in Resource Use in India and Nepal. *Politics & Society*, 29(4), 485-514. https://doi.org/10.1177/0032329201029004002

Aguirre, A. A. & Tabor, G. M. (2008). Global Factors Driving Emerging Infectious Diseases. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1149, 1-3. https://doi.org/10.1196/annals.1428.052

Albers, H. J. & Grinspoon, E. (1997). A comparison of the enforcement of access restrictions between Xishuangbanna Nature Reserve (China) and Khao Yai National Park (Thailand). *Environmental Conservation*, 24(4), 351-362. https://doi.org/10.1017/S0376892997000465

Alexander, C., Bynum, N., Johnson, E., King, U., Mustonen, T., Neofotis, P., Oettlé, N., Rosenzweig, C., Sakakibara, C., Shadrin, V., Vicarelli, M., Waterhouse, J. & Weeks, B. (2011). Linking Indigenous and Scientific Knowledge of Climate Change. *BioScience*, 61(6), 477–484. https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.6.10

Alkama, R. & Cescatti, A. (2016). Biophysical climate impacts of recent changes in global forest cover. *Science*, 351(6273), 600-604. https://doi.org/10.1126/science.aac8083

Anik, S. I. & Khan, M. A. S. A. (2012). Climate change adaptation through local knowledge in the north eastern region of Bangladesh. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 17(8), 879-896. https://doi.org/10.1007/s11027-011-9350-6

Appiah, M., Blay, D., Damnyag, L., Dwomoh, F. K., Pappinen, A., & Luukkanen, O. (2009). Dependence on forest resources and tropical deforestation in Ghana. *Environment, Development and Sustainability*, 11(3), 471-487. https://doi/org/10.1007/s10668-007-9125-0

Armitage, D., de Loë, R. & Plummer, R. (2012). Environmental governance and its implications for conservation practice, *Conservation Letters*, 5(4), 245-255. https://doi.org/10.1111/j.1755-263X.2012.00238.x

Arthur, J.A. (1991). International Labor Migration Patterns in West Africa. *African Studies Review,* 34(3), 65-87. https://doi.org/10.2307/524120

Azzurro, E., Moschella, P. & Maynou, F. (2011). Tracking Signals of Change in Mediterranean Fish Diversity Based on Local Ecological Knowledge. *PLoS ONE*, 6(9), e24885. https://doi.org/:10.1371/journal.pone.0024885

B

Ballet, J., Dubois, J. L. & Mahieu, F. R. (2004). A la recherche du développement socialement durable : concepts fondamentaux et principes de

base. *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie*, Dossier n°3, 1-14. https://doi.org/10.4000/developpementdurable.1165

Bakehe, N. P. (2018). Productivité agricole et déforestation dans le bassin du Congo. *Économie Rurale*, 366(4), 5-19. https://doi.org/10.4000/economierurale.6147

Bakehe, N. P. (2019). Les déterminants de la déforestation : Une analyse en panel à partir des données du bassin du Congo. *Revue de Recherches en Économie et en Management Africain*, 7(7), 96-111. ISSN 2351-7735. https://revues.imist.ma/index.php/CREMA/article/view/22701/12111

Bartholdson, Ö., Abdallah, J. M., Marquardt, K. & Salomonsson, L. (2019). Is REDD+ more of an institutional affair than a market process? The concealed social and cultural consequences of an ongoing REDD+ project in Kolo Hills, Tanzania. *Forests*, 10(8), 618. https://doi.org/10.3390/f10080618

Bassett, T. J., Blanc-Pamard, C. & Boutrais J. (2007). Constructing locality: The terroir approach in West Africa. *Africa: Journal of the International African Institute*, 77(1), 104-129. https://doi.org/10.3366/afr.2007.77.1.104

Beaudreau, A. H. & Levin, P. S. (2014). Advancing the use of local ecological knowledge for assessing data-poor species in coastal ecosystems. *Ecological Applications*, 24(2), 244-256. https://doi.org/10.1890/13-0817.1

Benoit-Cattin, M. & Faye, J. (1982), *L'exploitation Agricole Familiale en Afrique Soudano-Sahélienne*. Presses Universitaires de France – ACCT, 94 p. https://agritrop.cirad.fr/381553/

Berkes, F., Colding, J. & Folke, C. (2008). Introduction. *In* Berkes, F., Colding, J. & Folke, C. (ed) *Navigating Social-Ecological Systems: Building Resilience for Complexity and Change*, Cambridge University Press, 1-30. https://doi.org/10.1017/cbo9780511541957.003

Bertand, A. (1983). La déforestation en zone de forêt en Côte d'Ivoire. *Bois et Forêts desTtropiques*, 202(4), 3-17. https://agritrop.cirad.fr/444262/

Bertrand, G. (1978). Le paysage entre la nature et la société. *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, 49(2), 239-258. https://doi.org/10.3406/rgpso.1978.3552

Bertrand, G. & Dolfus, O. (1973). Le paysage et son concept. *L'Espace géographique,* 2(3), 161-163. https://www.jstor.org/stable/44381172

Besse, J. M. (2010). Le paysage, espace sensible, espace public. *Meta*, 2(2), 259-286. ISSN 2067-3655. www.metajournal.org

Blais, M. & Martineau, S. (2006). L'analyse inductive générale : description d'une démarche visant à donner un sens à des données brutes. *Recherches qualitatives*, 26(2), 1-18. ISSN 1715-8705. http://www.recherche-qualitative.qc.ca/Revue.html

Blanc-Pamard, C. (1990). Lecture du paysage, une proposition méthodologique, In *Séminaire sur la Dégradation des paysages en Afrique de l'Ouest*, Éditions ORSTOM, 269-280. https://core.ac.uk/download/pdf/39864729.pdf#page=271

Bloomfield, L. S. (2020). Global mapping of landscape fragmentation, human-animal interactions, and livelihood behaviors to prevent the next pandemic. *Agriculture and human values,* 37, 603-604. https://doi.org/10.1007/s10460-020-10104-x

Bloomfield, L. S., McIntosh, T. L. & Lambin, E. F. (2020). Habitat fragmentation, livelihood behaviors, and contact between people and nonhuman primates in Africa. *Landscape Ecology*, 35(4), 985-1000. https://doi.org/10.1007/s10980-020-00995-w

Bobineau, J. (2016). The History of the Democratic Republic of Congo – An Introduction. *In* Bobineau J. & Gieg P. (ed) *The Democratic Republic of the Congo,* Berlin, LIT Verlag, 11-28. ISBN 978-3-643-13473-8

Boeraeve, F., Dendoncker, N., Sander, J., Gómez-Baggethun, E. & Dufrêne, M. (2015). How (not) to perform ecosystem service valuations: pricing gorillas in the mist. *Biodiversity and conservation,* 24(1), 187-197. https://doi.org/10.1007/s10531-014- 0796-1

Bolyn, C., Michez, A., Gaucher, P., Lejeune, P. & Bonnet, S. (2018). Forest mapping and species composition using supervised per pixel classification of Sentinel-2 imagery. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 22(3), 172-187. https://doi.org/10.25518/1780-4507.16524

Bourbier, L., Cornu, G., Pennec, A., Brognoli, C. & Gond, V. (2013). Large-scale estimation of forest canopy opening using remote sensing in Central Africa. *Bois et Forêts des Tropiques*, 315(1), 3-9. https://doi.org/10.19182/bft2013.315.a20537

Bozongo, J. (2019). Les déterminants de la déforestation : cas du Bassin du Congo. *Annale des Sciences Économiques et de Gestion*, 18(2), 45-56. http://www.annalesumng.org/index.php/seg/article/view/646/182326

Brossard, T. & Wieber, J. C. (1984). Le paysage : trois définitions, un mode d'analyse et de cartographie. *L'Espace géographique*, 13(1), 5-12. https://doi.org/10.3406/spgeo.1984.3887

Brovelli, M. A., Sun, Y. & Yordanov, V. (2020). Monitoring forest change in the amazon using multi-temporal remote sensing data and machine learning classification on Google Earth Engine. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(10), 580. https://doi.org/10.3390/ijgi9100580

Brunon, H., Chomarat-Ruiz, C., Donadieu, P. & Torre, A. (2009). Pour une "métascience" du paysage. *Projets de paysage : revue scientifique sur la conception et l'aménagement de l'espace,* Varia n°2, 1-9. ⟨hal-01198150⟩

Bucini, G. & Lambin, E. F. (2002). Fire impacts on vegetation in Central Africa: a remote-sensing-based statistical analysis. *Applied Geography*, 22(1), 27-48. https://doi.org/10.1016/s0143-6228(01)00020-0

Burel, F. & Baudry, J. (1999). *Écologie du paysage. Concepts, méthodes et applications*. Éditions Technique et Documentation, Paris, France, 359 p.

Burkhard, B., Petrosillo, I. & Costanza, R. (2010). Ecosystem services – Bridging ecology, economy and social sciences. *Ecological complexity*, 7, 257–259. https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2010.07.001

Burkhard, B., de Groot, R., Costanza, R., Seppelt, R., Jørgensen, S.E. & Potschin, M. (2012). Solutions for sustaining natural capital and ecosystem services. *Ecological Indicators*, 21, 1-6. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.03.008

C

Caillault S. & Marie M. (2016). Le terroir villageois : un cadre d'analyse pertinent des dynamiques rurales ? Recompositions des pouvoirs locaux autour de la gestion de terres de l'ouest du Burkina Faso. In *La renaissance rurale d'un siècle à l'autre ? Journées rurales 2016*, 23-27 mai, Toulouse, 9 p. ⟨hal-01392301⟩

Camara, A. A., Dugué, P. & De Foresta, H. (2012). Transformation des mosaïques de forêt-savane par des pratiques agroforestières en Afrique subsaharienne (Guinée et

Cameroun). *Cybergeo: European Journal of Geography*, 627, 1-21. https://doi.org/10.4000/cybergeo.25588

Caquard, S. & Joliveau, T. (2016). Penser et activer les relations entre cartes et récits. *M@ppemonde*, 118, 1-7. http://mappemonde.mgm.fr/118as1/

Casilli, A. (2011). Pratiquer la transdisciplinarité dans la discipline. Temporalité, territorialité et réalisme des professions scientifiques. *In* Darbellay, F. & Paulsen, T. (ed) *Au miroir des disciplines. Réflexions sur les pratiques d'enseignement et de recherche inter- et transdisciplinaires*. Berlin, Peter Lang, 65-81.

Chaléard, J. L. & Sanjuan, T. (2017). *Géographie du développement : territoires et mondialisation dans les Suds*, Malakoff, Armand Colin, 272 p.

Chalmers, N. & Fabricius, C. (2007). Expert and Generalist Local Knowledge about Land-cover Change on South Africa's Wild Coast: Can Local Ecological Knowledge Add Value to Science? *Ecology and Society*, 12(1), 1-15. https://doi.org/10.5751/es-01977-120110

Ciza, S. K., Mikwa, J. F., Malekezi, A. C., Gond, V. & Bosela, F. B. (2015). Identification des moteurs de déforestation dans la région d'Isangi, République Démocratique du Congo. *Bois et Forêts des Tropiques*, 324 (2), 29-38. https://doi.org/10.19182/bft2015.324.a31264

Clay, N. (2016). Producing hybrid forests in the Congo Basin: A political ecology of the landscape approach to conservation. *Geoforum*, 76, 130-141. https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2016.09.008

Clec'h, S.L., Oszwald, J., Jégou, N., Dufour, S., Cornillon, P.A., Miranda, I. de S., Gonzaga, L., Grimaldi, M., Gond, V., & de Sartre, X.A. (2013). Cartographier le carbone stocké dans la végétation : perspectives pour la spatialisation d'un service écosystémique. *Bois et Forêts des Tropiques*, 316(2), 35-47. https://doi.org/10.19182/bft2013.316.a20529

Conseil de l'Europe / Council of Europe (2000). *Convention européenne du paysage*, STE n°176, Florence, Italie, 7 p.

Coquéry-Vidrovitch, C. (1972). *Le Congo au temps des compagnies concessionnaires, 1890-1930*, Paris-LaHaye, Mouton, 750 p.

Courtin, F. & Guengant, J. P. (2011). Un siècle de peuplement en Afrique de l'Ouest. *Natures Sciences Sociétés*, 19(3), 256-265. https://doi.org/10.1051/nss/2011146

Couty, P. (1992). Les monographies de terroir. *In* Robineau, C. (ed.), *Les terrains du développement : approche pluridisciplinaire des économies du Sud,* Paris, ORSTOM*,* 123-127. http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:37482

Curtis, P. G., Slay, C. M., Harris, N. L., Tyukavina, A. & Hansen, M. C. (2018). Classifying drivers of global forest loss. *Science*, 361(6407), 1108-1111. https://doi.org/10.1126/science.aau3445

D

D'Aquino, P., Lhoste, P. & Le Masson, A. (1995). *Systèmes de production mixtes agriculture pluviale et élevage en zones humide et sub-humide d'Afrique*, Maison-Alfort, France, CIRAD, 117 p.

De Araujo Barbosa, C. C., Atkinson, P. M. & Dearing, J. A. (2015). Remote sensing of ecosystem services: A systematic review. *Ecological Indicators*, 52, 430-443. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.01.007

De Foresta, H. (1990). Origine et évolution des savanes intramayombiennes (RP du Congo). II. Apports de la botanique forestière. *In* Lanfranchi, R. & Schwartz D (ed) *Paysages quaternaires de l'Afrique centrale atlantique,* Paris, ORSTOM, 326-335.

De Groot, R.S., Wilson, M.A. & Boumans, R.M. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological economics,* 41(3), 393-408. https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00089-7

De Sardan, J. P. O. (2009). Les huit modes de gouvernance locale en Afrique de l'Ouest. *Programme « Afrique : pouvoir et politique »,* Londres, Document de travail n°4, 59 p.

De Witte, L. (2017). The suppression of the Congo rebellions and the rise of Mobutu, 1963-65. *International History Review, 39* (1), 107-125. https://doi.org/10.1080/07075332.2016.1189951

Del Rio, T., Groot, J.C.J., DeClerck, F. & Estrada-Carmona, N. (2018). Integrating local knowledge and remote sensing for eco-type classification map in the Barotse Floodplain, Zambia. *Data in Brief*, 19, 2297-2304. https://doi.org/10.1016/j.dib.2018.07.009

Damania, R. &Wheeler, D. (2015). *Road improvement and deforestation in the Congo Basin countries*, Washington DC, Policy Research Working Paper, World Bank, 7274, 54 p. https://doi.org/10.1596/1813-9450-7274

Demaze, M. T. (2008). Quand le développement prime sur l'environnement : la déforestation en Amazonie brésilienne. *Mondes en Développement*, 143(3), 97-116. ⟨halshs-00308975⟩

Demaze, M.T. (2011). La télédétection en tant qu'outil de mesure de la réduction de la déforestation (REDD). *Revue Télédétection, Recherche et Application*, 9(3-4), 245-257. ⟨halshs-00576114⟩

Demichelis, C. (2020). Approche socio-écosystémique d'un paysage de mosaïque forêt-savane en Afrique équatoriale : une méthodologie inductive et transdisciplinaire pour étudier les interactions humains-milieu. *Encyclo, Revue de l'école doctorale Science des sociétés (ED 624),* 11*,* 37-59. ⟨hal-02900701⟩

Demichelis, C., Oszwald, J., Gasquet-Blanchard, C., Narat, V., Bokika, J. C., Pennec, F. & Giles-Vernick, T. (2020). Multidimensional analysis of landscape dynamics in a Central African forest-savannah mosaic. *African Journal of Ecology,* 58(4)*,* 692-708. https://doi.org/10.1111/aje.12750

Demichelis, C., Oszwald, J., Bostvironnois, A., Gasquet-Blanchard, C., Narat, V., Bokika, J. C. & Giles-Vernick, T. (2021). A century of village mobilities and landscape dynamics in a forest-savannah mosaic, Democratic Republic of Congo. *Bois et Forêts des Tropiques*, 348(2) [accepté, en cours de publication]

Déry, S. (1996). Expansion agricole et déforestation : le modèle sud-est asiatique. *Cahiers de Géographie du Québec*, 40(109), 29-48. https://doi.org/10.7202/022543ar

Di Méo, G. & Buléon, P. (2005). *L'espace social. Lecture géographique des sociétés*, Paris, Armand Colin, Collection U, 304 p.

Di Méo, G. (2016). Une géographie sociale. Entre structures et représentations, *Cybergeo: European Journal of Geography*, Numéro spécial Les 20 ans de Cybergeo. http://journals.openedition.org/cybergeo/27761

Diaw, M. C. & Franks, P. (2019). *Production alimentaire, expansion agricole et déforestation au Mai-Ndombe, RDC*, Londres, IIED document de travail, 56 p.

Díaz, S., Pascual, U., Stenseke, M., Martín-López, B., Watson, R.T., Molnár, Z., Hill, R., Chan, K.M.A., Baste, I.A., Brauman, K.A., Polasky, S., Church, A., Lonsdale, M., Larigauderie, A., Leadley, P.W., Oudenhoven, A.P.E. van, Plaat, F. van der, Schröter, M., Lavorel, S., Aumeeruddy-Thomas, Y., Bukvareva, E., Davies, K., Demissew, S., Erpul, G., Failler, P., Guerra, C.A., Hewitt, C.L., Keune, H., Lindley,

S. & Shirayama, Y. (2018). Assessing nature's contributions to people. *Science*, 359(6373), 270-272. https://doi.org/10.1126/science.aap8826

Donadieu, P. (2007). Le paysage. *Économie rurale*, 297-298(1), 5-9. http://journals.openedition.org/economierurale/1916

Dubiez E., Vermeulen C., Tonneau J. P., Yamba T. Y., Mvolo B. & Larzillière A. (2013). Le paysage comme outil d'aménagement des terroirs villageois. *Bois et Forêts des Tropiques*, 315(1), 11-20. https://doi.org/10.19182/bft2013.315.a20534

Dumont, G. F. (2017). Territoires : le modèle « centre-périphérie » désuet. *Outre-Terre*, 51(2), 64-79. https://doi.org/10.3917/oute1.051.0064

Duran, P. (1998). Gouvernance. *Politiques et management public*, 16(1), 3-4. https://www.persee.fr/doc/pomap_0758-1726_1998_num_16_1_2396

Dusseux, P., Corpetti, T. & Hubert-Moy, L. (2019). L'usage de séries temporelles d'images de télédétection pour une gestion durable des territoires : Application à l'étude des prairies dans l'Ouest de la France. *Cybergeo: European Journal of Geography*, Cartographie, Imagerie, SIG, document 919. https://doi.org/10.4000/cybergeo.33245

Duveiller G., Defourny P., Desclée B. & Mayaux P. (2008). Deforestation in Central Africa: Estimates at regional, national and landscape levels by advanced processing of systematically-distributed Landsat extracts. *Remote sensing of environment*, 112(5), 1969-1981. https://doi.org/10.1016/j.rse.2007.07.026

E - F

Edwards, D. P., Socolar, J. B., Mills, S. C., Burivalova, Z., Koh, L. P. & Wilcove, D. S. (2019). Conservation of tropical forests in the anthropocene. *Current Biology*, 29(19), 1008-1020. https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.08.026

Ehrlich, P.R. & Ehrlich, A.H. (1981). *Extinction: the causes and consequences of the disappearance of species,* New-York, Random House, 384 p.

Epstein, J. H. & Price, J. T. (2009). The significant but understudied impact of pathogen transmission from humans to animals. *Mount Sinai Journal of Medicine: A Journal of Translational and Personalized Medicine,* 76(5), 448-455. https://doi.org/10.1002/msj.20140

Ernst, C., Verhegghen, A., Mayaux, P., Hansen, M. & Defourny P. (2012). Cartographie du couvert forestier et des changements du couvert forestier en Afrique centrale. *In* De Wasseige, C., De Marcken, P., Bayol, N., Hiol Hiol, F., Mayaux, P., Desclée, B., Billand, A. & Nasi, R (ed), *Les forêts du bassin du Congo – État des forêts 2010*, Luxembourg, Office des publications de l'Union européenne, 23-42.

Etienne, K. C. (2006). Apport de trois méthodes de détection des surfaces brûlées par imagerie Landsat ETM+ : application au contact forêt-savane du Cameroun, *Cybergeo: European Journal of Geography,* Environnement, Nature, Paysage, document 357, https://doi.org/10.4000/cybergeo.2711

Eva, H. & Lambin, E. F. (2000). Fires and land-cover change in the tropics: a remote sensing analysis at the landscape scale. *Journal of Biogeography*, 27(3), 765-776. https://10.1046/j.1365-2699.2000.00441.x

Fagnoni, É., Milhaud, O. & Reghezza-Zitt, M. (2017). Introduction : marges, marginalité, marginalisation. *Bulletin de l'association de géographes français : Géographies*, 94(3), 359-357. https://doi.org/10.4000/bagf.2070

Fairhead, J. & Leach, M. (1996). *Misreading the African landscape: society and ecology in a forest-savanna mosaic*, Cambridge, Cambridge University Press, 354 p.

Fairhead, J. & Scoones, I. (2005). Local knowledge and the social shaping of soil investments: critical perspectives on the assessment of soil degradation in Africa. *Land Use Policy*, 22(1), 33-41. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2003.08.004

Faye, E. H., Masse, D. & Diatta, M. (2003). Systèmes de culture, facteurs socio-économiques et végétation ligneuse d'un terroir soudanien au Sénégal. In *Organisation spatiale et gestion des ressources et des territoires ruraux : actes du colloque international*, 25-27 février, Montpellier, CIRAD, 11 p. http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010034020

Felipe-Lucia, M.R., Comín, F.A. & Escalera-Reyes, J. (2015). A framework for the social valuation of ecosystem services. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 44(4), 308–318. https://doi.org/10.1007/s13280-014-0555-2

Fleuret S., Gasquet-Blanchard C. & Hoyez A. C. (2019). 26 mots pour la géographie de la santé. In *Abécédaire de la géographie de la santé : dimension territoriale de la santé*. Matériologiques, 99-106. ⟨halshs-02408807⟩

Fournier, J. (2001). Relations between geography and nature, *Ra'ega*, 5, 79-98. ⟨hal-00101619⟩

Frampton, W. J., Dash, J., Watmough, G. & Milton, E. J. (2013). Evaluating the capabilities of Sentinel-2 for quantitative estimation of biophysical variables in vegetation. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 82, 83–92. https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2013.04.007.

Franklin, S. E & Wulder, M. A. (2002). Remote sensing methods in medium spatial resolution satellite data land cover classification of large areas. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 26(2), 173-205. https://doi.org/10.1191/0309133302pp332ra

Froger, G., Calvo-Mendieta, I., Petit, O. & Vivien, F. D. (2016). Qu'est-ce que l'économie écologique ? *L'Economie politique*, 69(1), 8-23. https://doi.org/10.3917/leco.069.0008

G

Gadgil, M., Berkes, F. & Folke, C. (1993). Indigenous Knowledge for Biodiversity Conservation. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 22(3), 151-156. http://www.jstor.org/stable/4314060

Gagnon, C. A. & Berteaux, D. (2009). Integrating Traditional Ecological Knowledge and Ecological Science: a Question of Scale. *Ecology and Society*, 14(2), 19. https://doi.org/10.5751/es-02923-140219

Gardner, T.A., Barlow, J., Chazdon, R., Ewers, R.M., Harvey, C.A., Peres, C.A. & Sodhi, N.S. (2009). Prospects for tropical forest biodiversity in a human- modified world. *Ecology letters,* 12, 561-582. https://doi.org/10.1111/j.1461- 0248.2009.01294.x

Gasquet-Blanchard, C., Demichelis, C., Delbruel, V., Narat, V. & Giles-Vernick, T. (2020). Une approche paysagère de la santé. *Palimpseste, sciences, humanités, sociétés,* 3, 52-57.

Geist, H. J. & Lambin, E. F. (2001). *What drives tropical deforestation. A meta-analysis of proximate and underlying causes of deforestation based on subnational case study evidence,* LUCC Report series n°4, Louvain-la-Neuve, CIACO, 116p.

Gemenne, F., Blocher, J. M. D., De Longueville, F., Vigil Diaz Telenti, S., Zickgraf, C., Gharbaoui, D. & Ozer, P. (2017). Changement climatique, catastrophes naturelles et déplacements de populations en Afrique de l'Ouest. *Geo-Eco-Trop: Revue Internationale de Géologie, de Géographie et d'Écologie Tropicales*, 41(3): 317-337. http://www.geoecotrop.be/uploads/publications/pub_413_02.pdf

Gibbs, H. K., Brown, S., Niles, J. O. & Foley, J. A. (2007). Monitoring and estimating tropical forest carbon stocks: making REDD a reality. *Environmental Research Letters*, 2(4), 045023. https://doi.org/10.1088/1748-9326/2/4/045023

Gilchrist, G., Mallory, M. & Merkel, F. (2005). Can Local Ecological Knowledge Contribute to Wildlife Management? Case Studies of Migratory Birds. *Ecology and Society*, 10(1), 20. https://doi.org/10.5751/es-01275-100120

Giles-Vernick T. (2002). *Cutting the vines of the past: environmental histories of the Central African rain forest*, Charlottesville, University of Virginia Press, 307 p.

Giles-Vernick, T., Owona-Ntsama, J., Landier, J. & Eyangoh, S. (2015). The puzzle of Buruli ulcer transmission, ethno-ecological history and the end of "love" in the Akonolinga district, Cameroon. *Social Science & Medicine*, 129, 20–27. https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2014.03.008

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 études de cas. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 20(2), 183-194. https://doi.org/10.25518/1780-4507.13022

Goldberg, T.L., Gillespie, T.R., Rwego, I.B., Estoff, E.L. & Chapman, C.A. (2008). Forest Fragmentation as Cause of Bacterial Transmission among Nonhuman Primates, Humans, and Livestock, Uganda. *Emerging Infectious Diseases,* 14(9), 1375-1382. https://doi.org/10.3201/eid1409.071196

Gómez-Baggethun, E., Corbera, E. & Reyes-García, V. (2013). Traditional Ecological Knowledge and Global Environmental Change: Research findings and policy implications. *Ecology and Society*, 18(4), 72. https://doi.org/10.5751/es-06288-180472

Gond, V., Féau, C. & Pain-Orcet, M. (2003). Télédétection et aménagement forestier tropical : les pistes d'exploitation. *Bois et Forêts des Tropiques*, 275(1), 29-36. https://doi.org/10.19182/bft2003.275.a20206

Gond, V., Cornu, G., Viennois, G., Betbeder, J., Rejou-Mechain, M., Fayolle, A., Gourlet-Fleury, S., Baghdadi, N., Barbier, N. & Mortier, F. (2016). De l'arbre au satellite : comment cartographier la diversité des forêts tropicales d'Afrique Centrale ? *In* Rakotoarisoa, N., Blackmore, S. & Riera, B. (ed), *Botanists of the twenty-first century: roles, challenges and opportunities*, Paris, UNESCO, 88-94. http://agritrop.cirad.fr/580679/

Grützmacher, K. S., Keil, V., Metzger, S., Wittiger, L., Herbinger, I., Calvignac-Spencer, S., Mätz-Rensing, K., Haggis, O., Savary, L., Köndgen, S. & Leendertz, F. H. (2018). Human Respiratory Syncytial Virus and Streptococcus pneumoniae Infection in Wild Bonobos. *Ecohealth,* 15(2), 462-466. https://doi.org/10.1007/s10393-018-1319-4

Gueye, M. & Ozer, A. (2000). Apport de la télédétection à l'étude de la transformation de l'agriculture et de l'environnement dans le département de Bégerona (Sénégal méridional). *In* Dubois, J. M., Caloz, R. & Gagnon, P. (ed), *La télédétection en Francophonie : analyse critique et perspectives*, Paris, Aupelf-Uref, 141-151. http://hdl.handle.net/2268/256143

H - I - J

Hajjar, R., Engbring, G. & Kornhauser, K. (2021). The impacts of REDD+ on the social-ecological resilience of community forests. *Environmental Research Letters*, 16(2), 024001. https://doi.org/10.1088/1748-9326/abd7ac

Hammi, S., Simmoneaux, V., Alifriqui, M., Auclair, L. & Montes, N. (2007). Evolution des recouvrements forestiers et de l'occupation des sols entre 1964 et 2002 dans la haute vallée des Ait Bouguemez (Haut Atlas central, Maroc). *Sécheresse*, 18(4), 271-277. https://doi.org/10.1684/sec.2007.0101

Hannam K., Sheller M. & Urry J. (2006). Mobilities, immobilities and moorings. *Mobilities*, 1(1), 1-22. https://doi.org/10.1080/17450100500489189

Harms, R. W. (1981). *River of wealth, river of sorrow: The central Zaire basin in the era of the slave and ivory trade, 1500-1891,* New Haven, Yale University Press, 277 p.

Hladik, C. M., Hladik, A., Pagezy, H., Linares, O. F., Koppert, G. J. & Froment, A. (1996). *L'alimentation en forêt tropicale : interactions bioculturelles et perspectives de développement*, *Volume I Les ressources alimentaires : production et consommation*, Paris, UNESCO, 852 p. ⟨hal-00586904⟩

Howson, P. (2018). Slippery violence in the REDD+ forests of Central Kalimantan, Indonesia. *Conservation and Society*, 16(2), 136-146. http://doi.org/10.4103/cs.cs_16_150

Huntington, H. P. (2000). Using Traditional Ecological Knowledge in Science: Methods and Applications. *Ecological Applications*, 10(5), 1270-1274. https://doi.org/10.2307/2641282

Ickowicz, A. & Mbaye, M. (2001). Forêts soudaniennes et alimentation des bovins au Sénégal : potentiel et limites. *Bois et Forêts des Tropiques*, 270, 47-61. https://doi.org/10.19182/bft2001.270.a20080

Imorou I. T., Arouna O., Zakari S., Djaouga M., Thomas O. & Kinmadon G. (2019). Évaluation de la déforestation et de la dégradation des forêts dans les aires protégées et terroirs villageois du bassin cotonnier du Bénin. In *Conférence OSFACO : Des images satellites pour la gestion durable des territoires en Afrique*, Cotonou, 13-15 mars, 49-73. ⟨hal-02189556⟩

Isager, L. & Broge, N. H. (2007). Combining remote sensing and anthropology to trace historical land-use changes and facilitate better landscape management in a sub-watershed in North Thailand. *Landscape Research*, 32(2), 147-169. https://doi.org/10.1080/01426390701231515

ISCO (2010). *Conseils agricoles et ruraux de gestions (CARG) des Territoires de Bolobo et Yumbi*. *Plan de développement agricole et rural des territoires*, Province du Bandundu, Ministère de l'agriculture, pêche, élevage et développement rural, 42 p.

Jacobs, S., Dendoncker, N., Martin-Lopez, B., Barton, D.N., Gomez-Baggethun, E., Boeraeve, F., McGrath, F., Vierikko, K., Geneletti, D., Katharina, S.J., Pipart, N., Primmer, E., Mederly, P., Schmidt, S., Aragão, A., Baral, H., Bark, R., Briceno, T., Brogna, D., Cabral, P., De Vreese, R., Liquete, C., Mueller, H., Peh, K.S.-H., Phelan, A. & Rincon, A. (2016). A new valuation school: Integrating diverse values of nature in resource and land use decisions. *Ecosystem Services*. 22(B), 213-220. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.11.007

Jacobs, S., Martín-López, B., Barton, D.N., Dunford, R., Harrison, P.A., Kelemen, E., Saarikoski, H., Termansen, M., García-Llorente, M., Gómez-Baggethun, E., Kopperoinen, L., Luque, S., Palomo, I., Priess, J.A., Rusch, G.M., Tenerelli, P., Turkelboom, F., Demeyer, R., Hauck, J., Keune, H. & Smith, R. (2018). The means determine the end – Pursuing integrated valuation in practice. *Ecosystem Services*, 29(C), 515-528. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.07.011

Janssen, M.A., Anderies, J.M. & Ostrom, E. (2007). Robustness of Social-Ecological Systems to Spatial and Temporal Variability. Society and Natural Resources. 20(4), 307-322. https://doi.org/10.1080/08941920601161320

Jiang, H. (2003). Stories Remote Sensing Images Can Tell: Integrating Remote Sensing Analysis with Ethnographic Research in the Study of Cultural Landscapes. *Human Ecology*, 31(2), 215-232. https://doi.org/10.1023/A:1023980713048

Jim, C.Y. & Xu, S.S. (2003). Getting out of the woods: quandries of protected area management in China. *Mountain Research and Development*, 23(3), 222-226. https://doi.org/10.1659/0276-4741(2003)023[0222:gootw]2.0.co;2

Jollivet, M. (1992). *Sciences de la nature, sciences de la société : les passeurs de frontières*, Paris, CNRS Éditions, 589 p.

Julve, C. & Vermeulen, C. (2008). Bilan de dix années de foresterie communautaire en périphérie de la Réserve de Faune du Dja au Cameroun. In *Concilier les priorités de conservation des aires protégées et de développement local : leçons apprises, expériences et perspectives en Afrique Centrale*, Sao-Tomé, 29 septembre - 2 octobre, 13 p. https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/76655/1/RAPAC_Julve&Vermeulen2008.pdf

K - L

Kamdem, M. W. K. (2016), Le mouvement des ONG et la question du développement de l'Afrique. *Nka' Lumière, Revue interdisciplinaire de la Faculté des Lettres et Sciences Humaines*, Université de Dschang, 15 (1er semestre), 123-144.

Kaplan, J. O., Pfeiffer, M., Kolen, J. C. & Davis, B. A. (2016). Large scale anthropogenic reduction of forest cover in Last Glacial Maximum Europe. *PLoS One*, 11(11), e0166726. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166726

Kemajou, J. P. W. & Sunderlin, W. D. (1999). *L'Impact de la crise économique sur les populations, les migrations et le couvert forestier du Sud-Cameroun*, Jakarta, CIFOR Occasional paper (No 25), 2 p. https://www.cifor.org/publications/pdf_files/OccPapers/OP-25.pdf

Kent, J. (2017). The neo-colonialism of decolonisation: Katangan secession and the bringing of the Cold War to the Congo. *Journal of Imperial and Commonwealth History,* 45(1), 93-130. https://doi.org/10.1080/03086534.2016.1262644

Kerr, J. T. & Ostrovsky, M. (2003). From space to species: ecological applications for remote sensing. *Trends in Ecology & Evolution*, 18(6), 299-305. https://doi.org/10.1016/s0169-5347(03)00071-5

Kleinschroth, F., Laporte, N., Laurance, W.F., Goetz, S.J. & Ghazoul, J. (2019). Road expansion and persistence in forests of the Congo Basin. *Nature Sustainability*, 2(7), 628-634. https://doi.org/10.1038/s41893-019-0310-6

Koerner, S.E., Poulsen, J.R., Blanchard, E.J., Okouyi, J., Clark & C.J. (2017). Vertebrate community composition and diversity declines along a defaunation gradient radiating from rural villages in Gabon. *Journal of Applied Ecology*, 54(3), 805-814. https://doi.org/10.1111/1365-2664.12798

Kumpula, T., Forbes, B. C. & Stammler, F. (2010). Remote Sensing and Local Knowledge of Hydrocarbon Exploitation: The Case of Bovanenkovo, Yamal Peninsula, West Siberia, Russia. *ARCTIC*, 63(2), 165-178. https://doi.org/10.14430/arctic972

Kyale Koy, J., Wardell, D. A., Mikwa, J. F., Kabuanga, J. M., Monga Ngonga, A. M., 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. https://doi.org/10.19182/bft2019.341.a31752

Lambin, E. F., Geist, H. J. & Lepers, E. (2003). Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions. *Annual review of environment and resources*, 28(1), 205-241. https://doi.org/10.1146/annurev.energy.28.050302.105459

Lambin, E. F. & Meyfroidt, P. (2011). Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(9), 3465-3472. https://doi.org/10.1073/pnas.1100480108

Lang, N., Kalischek, N., Armston, J., Schindler, K., Dubayah, R. & Wegner, J. D. (2021). Global canopy height estimation with GEDI LIDAR waveforms and Bayesian deep learning. *arXiv:2103.03975*. https://ui.adsabs.harvard.edu/link_gateway/2021arXiv210303975L/arxiv:2103.03975

Langlois, E. (2008). SIG et terrain : antinomie ou complémentarité dans le développement d'une Recherche-Action en géomatique ? In *À travers l'espace de la méthode : les dimensions du terrain en géographie*, Arras, 18-20 juin, 16 p. ⟨halshs-00391195⟩

Laporte, N., Justice, C. & Kendall, J. (1995). Mapping the dense humid forest of Cameroon and Zaire using AVHRR satellite data. *International Journal of Remote Sensing*, 16(6), 1127-1145. https://doi.org/10.1080/01431169508954467

Laporte, N.T., Stabach, J.A., Grosch, R., Lin, T.S. & Goetz, S.J. (2007). Expansion of Industrial Logging in Central Africa. *Science*, 316(5830), 1451-1451. https://doi.org/10.1126/science.1141057

Lauer, M. & Aswani, S. (2009). Indigenous Ecological Knowledge as Situated Practices: Understanding Fishers' Knowledge in the Western Solomon Islands. *American Anthropologist*, 111(3), 317-329. https://doi.org/10.1111/j.1548-1433.2009.01135.x

Laurent, É. & Le Cacheux, J. (2015). *Économie de l'environnement et économie écologique-2e ed.: Les nouveaux chemins de la prospérité*, Paris, Armand Colin, 200 p.

Lee, S. H., Han, K. J., Lee, K., Lee, K. J., Oh, K. Y. & Lee, M. J. (2020). Classification of Landscape Affected by Deforestation Using High-Resolution Remote Sensing Data and Deep-Learning Techniques. *Remote Sensing*, 12(20), 3372. https://doi.org/10.3390/rs12203372

Leonard, S., Parsons, M., Olawsky, K. & Kofod, F. (2013). The role of culture and traditional knowledge in climate change adaptation: Insights from East Kimberley, Australia. *Global Environmental Change*, 23(3), 623-632. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.02.012

Lericollais A. & Waniez P. (1993). Les terroirs africains, approche renouvelée par l'emploi d'un SIG. *Mappemonde*, 2, 31-36. ISSN 0764-3470. https://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:38286

Lewis, S. L., Edwards, D. P. & Galbraith, D. (2015). Increasing human dominance of tropical forests. *Science,* 349(6250), 827-832. https://doi.org/ 0.1126/science.aaa9932

Li, S., Hartemink, N., Speybroeck, N. & Vanwambeke, S. O. (2012). Consequences of landscape fragmentation on Lyme disease risk: a cellular automata approach. *PLoS One*, 7(6), e39612. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0039612

Liu, J., Dietz, T., Carpenter, S. R., Alberti, M., Folke, C., Moran, E., Pell, A. N., Deadman, P., Kratz, T., Lubchenco, J., Ostrom, E., Ouyang, Z., Provencher, W., Redman, C. L., Schneider, S. H. & Taylor, W. W. (2007). Complexity of coupled human and natural systems. *Science,* 317(5844), 1513-1516. https://doi.org/10.1126/science.1144004

Luginbühl, Y. (2012). *La mise en scène du monde, construction du paysage européen*, Paris, Éditions CNRS*,* 430 p.

Lyons, M. (1994). Public health in colonial Africa: the Belgian Congo. *In* Porter, D. (ed), *The History of Public Health and the Modern State*, Amsterdam-Atlanta, Brill Rodopi, 356-384. https://doi.org/10.1163/9789004418363_012

M

Makanga, J. M. (2011). Mosaïque forêt-savane et exploitation des ressources forestières du Gabon. *Geo-Eco-Trop: Revue Internationale de Géologie, de Géographie et d'Écologie Tropicales*, 35(1-2), 41-50. https://www.geoecotrop.be/uploads/publications/pub_351_05.pdf

Malhi, Y. (2012). The productivity, metabolism and carbon cycle of tropical forest vegetation: Carbon cycle of tropical forests. *Journal of Ecology*, 100(1), 65-75. https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2011.01916.x

Malhi, Y., Gardner, T.A., Goldsmith, G.R., Silman, M.R. & Zelazowski, P. (2014). Tropical Forests in the Anthropocene. *Annual Review of Environment and Resources*, 39, 125-159. https://doi.org/10.1146/annurev-environ-030713-155141

Mama, A., Bamba, I., Sinsin, B., Bogaert, J. & De Cannière, C. (2014). Déforestation, savanisation et développement agricole des paysages de savanes-forêts dans la zone soudano-guinéenne du Bénin. *Bois et Forêts des Tropiques*, 322(4), 66-75. https://doi.org/10.19182/bft2014.322.a31237

Mantellini, S. & Berdimuradov, A. E. (2019). Evaluating the human impact on the archaeological landscape of Samarkand (Uzbekistan): A diachronic assessment of the Taylak district by remote sensing, field survey, and local knowledge. *Archaeological Research in Asia*, 20, 100143. https://doi.org/10.1016/j.ara.2019.100143

Martens, P. & Rotmans, J. (2005). Transitions in a globalising world. *Futures*, 37(10), 1133-1144. https://doi.org/10.1016/j.futures.2005.02.010

Marquant, B., Mosnier, A., Bodin B., Dessard, H., Feintrenie, L., Molto, Q., Gond, V., Bayol, N., Batti, A., Eba'a Atyi, R. & Chevalier, J.F. (2015). Importance des forêts d'Afrique centrale. *In* De Wasseige, C., Tadoum, M., Eba'a Atyi, R. & Doumenge, C. (ed), *Les forêts du Bassin du Congo - Forêts et changements climatiques*. Neufchâteau, Weyrich Edition, 17-35. https://www.observatoire-comifac.net/publications/edf/2015

Martín-López, B., Iniesta-Arandia, I., García-Llorente, M., Palomo, I., Casado- Arzuaga, I., Amo, D.G.D., Gómez-Baggethun, E., Oteros-Rozas, E., Palacios-Agundez, I.,

Willaarts, B., González, J.A., Santos-Martín, F., Onaindia, M., López-Santiago, C. & Montes, C. (2012). Uncovering Ecosystem Service Bundles through Social Preferences. *PLoS ONE,* 7, e38970. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0038970

Mas, J. F. & Puig, H. (2001). Modalites de la deforestation dans le sud-ouest de l'Etat du Campeche, Mexique. *Canadian Journal of Forest Research*, 31(7), 1280-1288. https://doi.org/10.1139/x01-055

Maskey, G. & Adhikari, B. (2018). REDD+ and Community forestry in Nepal: Strengthening or paralysing decentralised governance? *Journal of Forest and Livelihood*, 16(1), 35-55. https://doi.org/10.3126/jfl.v16i1.22881

Mayaux, P. & Achard, F. (1999). Suivi à long terme de la végétation d'Afrique Centrale à partir de l'imagerie satellitaire. In *La gestion des forêts denses africaines aujourd'hui : Actes du séminaire Forafri de Libreville,* Gabon, 12-16 octobre 1998. https://agritrop.cirad.fr/392604/

Mayaux, P., Richards, T. & Janodet, E. (1999). A vegetation map of Central Africa derived from satellite imagery. *Journal of Biogeography*, 26(2), 353-366. https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.1999.00270.x

Mayaux, P., Gond, V., Massart, M., Pain-Orcet, M. & Achard, F. (2003). Evolution du couvert forestier du bassin du Congo mesurée par télédétection spatiale. *Bois et Forêts des Tropiques*, 277, 45-52. https://doi.org/10.19182/bft2003.277.a20183

Mayaux, P., Bartholomé, E., Fritz, S. & Belward, A. (2004). A new land-cover map of Africa for the year 2000. *Journal of Biogeography*, 31(6), 861-877. https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2004.01073.x

Mayaux, P., Eva, H., Palumbo, I., Grégoire, J.-M., Fournier, A. & Sawadogo, L. (2007). Apport des techniques spatiales pour la gestion des aires protégées en Afrique de l'Ouest. *In* Fournier, A., Sinsin, B. & Mensah, G. A. (ed), *Quelles Aires Protégées Pour l'Afrique de l'Ouest ? Conservation de la biodiversité et développement,* Paris, IRD Éditions, 320-328. https://doi.org/10.4000/books.irdeditions.8051

Mayaux, P., Pekel, J.-F., Desclée, B., Donnay, F., Lupi, A., Achard, F., Clerici, M., Bodart, C., Brink, A., Nasi, R. & Belward, A. (2013). State and evolution of the African rainforests between 1990 and 2010. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 368(1625), 20120300. https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0300

Megevand, C. (2013). *Deforestation Trends in the Congo Basin: Reconciling Economic Growth and Forest Protection*, Washington DC, World Bank Publications, 158 p . https://doi.org/10.1596/978-0-8213-9742-8

Méry, S., Averbouh, A., Brun, P., Karlin, C. & de Miroschedji, P. (2005). Protocole de comparaison des formes de spécialisation des tâches et d'organisation sociétale. *Techniques & culture (Paris)*, 46/47, 7-20. http://sophie-mery.fr/pdf/ARTICLES/Mery_Brun_et_al_T&C_2007.pdf

Meunier, Q., Vermeulen, C. & Moumbogou, C. (2011). Les premières forêts communautaires du Gabon sont-elles condamnées d'avance ? *Parcs et Réserves*, 66(1), 17-22. https://www.ardenne-et-gaume.be/wp-content/uploads/2019/07/Parcs-Reserves-Volume-66-fascicule-1.pdf

Mikwa, J. F. N., Raymond, L., Sungu, A., Kahindo, J. M. & Defourny, P. (2016). Evaluation par télédétection des changements d'un couvert forestier de la région forestière de Kisangani. *International Journal of Innovation and Scientific Research*, 24(2), 255-267. http://hdl.handle.net/2078.1/230964

Millennium Ecosystem Assessment / MEA (2005). *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*, Washington DC, Island Press, 137 p. https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf

Milol, C. A. (1999). Gestion des forêts communautaires au Cameroun : enjeux, stratégies de mise en place, conflits. Étude de cas. *In* Bahuchet, S., Bley, D., Pagezy, H. & Vernazza-Licht, N. (ed), *L'homme et la forêt tropicale*, Travaux de la Société d'Écologie Humaine, Châteauneuf de Grasse, Éditions de Bergier, 487-499. http://www.ecologie-humaine.eu/DOCUMENTS/SEH_For%C3%AAt/Foret_36_Milol.pdf

Mistry, J. & Berardi, A. (2016). Bridging indigenous and scientific knowledge. *Science*, 352(6291), 1274-1275. https://doi.org/10.1126/science.aaf1160

Moller, H., Berkes, F., Lyver, P. O. & Kislalioglu, M. (2004). Combining Science and Traditional Ecological Knowledge: Monitoring Populations for Co-Management. *Ecology and Society*, 9(3), 2, https://doi.org/10.5751/es-00675-090302

Moreau, J. L. (2010). De la décolonisation à la zaïrianisation. Le sort des capitaux belges au Congo. *Les cahiers Irice,* 6(2), 61-77. https://doi.org/10.3917/lci.006.0061

Mosnier, A, Mant, R, Pirker, J, Bodin, B, Bokelo, D, Tonga, P, Havlik, P, Bocqueho, G, Maukonen, P, Obersteiner, M, Kapos, V & Tadoum, M (2016). *Futures émissions*

issues de la déforestation et de la dégradation forestière et impacts sur la biodiversité : un modèle économique spatial pour la République Démocratique du Congo. *Rapport final du projet REDD-PAC*, Laxenburg, IIASA, Yaoundé, COMIFAC, Cambridge, UNEP/WCMC, 105 p. http://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/13775/13/DRC_Deliv_2016_FRA_28Feb2017.pdf

N - O

N'Da, H.D., N'Guessan, E.K., Wajda, M.E. & Affian, K. (2008). Apport de la télédétection au suivi de la déforestation dans le Parc National de la Marahoué (Côte d'Ivoire). *Bulletin de la Société Française de Photogrammétrie et de Télédétection*, 8(1), 17-34. ⟨halshs-00386032⟩

Narat, V. (2014). *Interactions bonobos-habitats-humains : habituation, écologie, santé et conservation,* Thèse de doctorat, Paris, Muséum national d'histoire naturelle, 281 p. ⟨tel-02159268⟩

Narat, V., Pennec, F., Simmen, B., Ngawolo, J. C. B. & Krief, S. (2015a). Bonobo habituation in a forest–savanna mosaic habitat: Influence of ape species, habitat type, and sociocultural context. *Primates*, 56(4), 339-349. https://doi.org/10.1007/s10329-015-0476-0

Narat, V., Pennec, F., Ledo-Bisson, L., Bokika-Ngawolo, J. C., Dumez, R., Krief, S. (2015b). Bonobo Conservation as a means for Local Development: an Innovative Local Initiative of Community-based Conservation in the Democratic Republic of the Congo. *Journal of Primatology,* 4(2), 1-11. https://doi.org/10.4172/2167-6801.1000127

Narat, V., Pennec, F., Krief, S., Ngawolo, J. C. B., & Dumez, R. (2015c). Conservation communautaire et changement de statuts du bonobo dans le Territoire de Bolobo. Animal juridique, économique et écologique, *Revue d'ethnoécologie*, 7, 1-17. https://doi.org/10.4000/ethnoecologie.2206

Nasi, R. & Guéneau, S. (2007). Les changements en forêt tropicale : vers de nouvelles formes de gouvernance, *Revue Forestière Française*, 59(5), 524-536. https://doi.org/10.4267/2042/15005

Nicolescu, B. (1996). *La transdisciplinarité*, Monaco, Éditions du Rocher, 98 p. https://basarab-nicolescu.fr/BOOKS/TDRocher.pdf

Nyerges A. E. & Green G. M. (2000). The ethnography of landscape: GIS and remote sensing in the study of forest change in West African Guinea Savanna. *American Anthropologist*, 102 2), 271-289. https://doi.org/10.1525/aa.2000.102.2.271

Obringer, F. (2007), La croissance économique chinoise au péril de l'environnement : une difficile prise de conscience. *Hérodote*, 125,(2), 95-104. ⟨halshs-00172994⟩

OFAC (2012). *The Forests of the Congo Basin. State of the Forest 2010,* Luxembourg, Office des publications de l'Union européenne, 276 p. http://www.observatoire-comifac.net/edf2010.php?l=en.

Olivero, J., Fa, J. E., Real, R., Márquez, A. L., Farfán, M. A., Vargas, J. M., Gaveau, D., Salim, M. A., Park, D., Suter, J., King, S., Leendertz, S. A., Sheil, D. & Nasi, R. (2017). Recent loss of closed forests is associated with Ebola virus disease outbreaks. *Scientific reports*, *7*(1), 14291. https://doi.org/10.1038/s41598-017-14727-9

Ostrom, E. (2009). A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. Science, 325(5939), 419-422. https://doi.org/10.1126/science.1172133

Ostrom, E. & Cox, M. (2010). Moving beyond panaceas: a multi-tiered diagnostic approach for social-ecological analysis. *Environmental Conservation*, 37(4), 451-463. https://doi.org/10.1017/S0376892910000834

Oszwald, J. (2005). *Dynamique des formations agroforestières en Côte d'Ivoire (depuis les années 1980 aux années 2000): suivi par télédétection et développement d'une approche cartographique*, Thèse de doctorat en Géographie, Université de Lille 1, 302 p. https://www.theses.fr/2005LIL10090

Oszwald, J., Atta, J.-M.K., Kergomard, C. & Robin, M. (2007). Représenter l'espace pour structurer le temps : approche des dynamiques de changements forestiers dans le sud-est de la Côte d'Ivoire par télédétection. *Télédétection*, 7, 271-282. ⟨halshs-00437064⟩

Oszwald, J., Arnauld de Sartre, X., Decaëns, T., Gond, V., Grimaldi, M., Lefebvre, A., De Araujo Fretas, R. L., Lindoso de Souza, S., Marichal, R., Veiga, I., Velasquez, E. & Lavelle, P. (2012). Utilisation de la télédétection et de données socio-économiques et écologiques pour comprendre l'impact des dynamiques de l'occupation des sols à Pacajà (Brésil). *Revue Française de Photogrammétrie et de Télédétection*, 198/199, 8-24. https://agritrop.cirad.fr/565655/

Oszwald, J., Gond, V., Tchiengué, B., Boucka, F.N., Dallery, D. & Garcia, C. (2015). *Description des éléments paysagers des classifications d'occupation des sols,*

projet CoForTips (Cameroun), Document de travail, 40 p. https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1137.8007

Oszwald., J. & Demichelis., C. (2020). Les fronts de déforestation tropicaux : une approche pluridisciplinaire. *Palimpseste, sciences, humanités, sociétés,* 2, 33-35

Owens J. B., Yuan M., Wachowicz M., Kantabutra V., Coppola E. A., Ames D. P. & Gangemi, A. (2009). Visualizing historical narratives: geographically-integrated history and dynamics GIS. In *Workshop on Visualizing the Past*, University of Richmond, USA, 20-21 February. https://edepot.wur.nl/8822

P - Q - R

Paige, S. B., Bleecker, J., Mayer, J. & Goldberg, T. (2017). Spatial Overlap Between People and Non-human Primates in a Fragmented Landscape. *EcoHealth*, 14(1), 88-99. https://doi.org/10.1007/s10393-016-1194-9

Panusittikorn P. & Prato T. (2001). Conservation of protected areas in Thailand: the case of Khao Yai National Park. *The George Wright Forum*, 18(2), 66-76. https://www.jstor.org/stable/43597747

Pascual, U., Balvanera, P., Díaz, S., Pataki, G., Roth, E., Stenseke, M., Watson, R.T., Dessane, E.B., Islar, M., Kelemen, E., Maris, V., Quaas, M., Subramanian, S., Wittmer, H., Adlan, A., Ahn, S., Al-Hafedh, Y., Amankwah, E., Asah, S. T., Berry, P., Bilgin, A., Breslow, S., Bullock, C., Caceres, D. M., Daly-Hassen, H., Figueroa, E., Golden, C., Gomez-Baggethun, E., González-Jiménez, D., Houdet, J., Keune, H., Kumar, R., Ma, K., May, P., Mead, A., O'Farrell, P., Pandit, R., Pengue, W., Pichis-Madruga, R., Popa, F., Preston, S., PachecoBalanza, D., Saarikoski, H., Strassburg, B., van den Belt, M., Verma, M., Wickson, F. & Yagi, N. (2017). Valuing nature's contributions to people: the IPBES approach. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. 26, 7-16. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2016.12.006

Pasquis, R. (1999). La déforestation en Amazonie brésilienne et son impact sur l'environnement. *Bois et Forêts des Tropiques*, 260(2), 53-62. https://agritrop.cirad.fr/392007/

Pennec, F., Krief, S., Hladik, A., Lubini Ayingwe, C., Bortolamiol, S., Bokika Ngawolo, J.-C. & Narat, V. (2016). Floristic and structural vegetation typology of bonobo habitats in a forest-savanna mosaic (Bolobo Territory, D.R.Congo). *Plant Ecology and Evolution,* 149(2), 199–215. https://doi.org/10.5091/plecevo.2016.1157

Pierre, J. M., Bruzon, V. & Toutain, B. (1995). *Utilisation de la forêt par l'élevage et responsabilité de l'élevage dans la déforestation*, Montpellier, CIRAD-EMVT, 100 p. https://agritrop.cirad.fr/327216/

Poccard, R., Bendahan, A., Carvalho, S., Navegantes, L., Ferreira, L., Vazfr, V., Plassin, S. & Tourrand, J. F. (2015). Amazonie, la forêt qui cache la prairie. *Techniques & Culture. Revue semestrielle d'anthropologie des techniques*, 63, 146-161. https://doi.org/10.4000/tc.7453

Potapov, P., Yaroshenko, A., Turubanova, S., Dubinin, M., Laestadius, L., Thies, C., Aksenov, D., Egorov, A., YYesipova, Y., Glushkov, I., Karpachevskiy, M., Kostikova, A., Manisha, A., Tsybikova, E. & and Zhuravleva, I. (2008). Mapping the world's intact forest landscapes by remote sensing. *Ecology and Society*, 13(2), 51. https://doi.org/10.5751/es-02670-130251

Potapov, P., Li, X., Hernandez-Serna, A., Tyukavina, A., Hansen, M. C., Kommareddy, A., Pickens, A., Turubanova, S., Tang, H., Silva, C.E., Armston, J., Dubayah, R., Blair, J. B. & Hofton, M. (2021). Mapping global forest canopy height through integration of GEDI and Landsat data. *Remote Sensing of Environment*, 253, 112165. https://doi.org/10.1016/j.rse.2020.112165

Poulsen, J.R., Clark, C.J. & Bolker, B.M. (2011). Decoupling the effects of logging and hunting on an Afrotropical animal community. *Ecological Applications*, 21(5), 1819-1836. https://doi.org/10.1890/10-1083.1

Pourtier, R. (1986). La dialectique du vide : densité de population et pratiques foncières en Afrique centrale forestière. *Politique africaine*, 21, 10-21. http://www.politique-africaine.com/numeros/pdf/021010.pdf

Prévost, P., Capitaine, M., Gautier-Pelissier, F., Michelin, Y., Jeanneaux, P., Fort, F., Javelle, A., Moïti-Maïzi, P., Lériche, F., Brunschwig, G., Fournier, S., Lapeyronie, P & Josien, É. (2014). Le terroir, un concept pour l'action dans le développement des territoires. *VertigO*, 14(1), 1-19. https://doi.org/10.4000/vertigo.14807

Prost, B. (2004). Marge et dynamique territoriale. *Géocarrefour*, 79(2), 175-182. https://doi.org/10.4000/geocarrefour.695

Pumain, D. (2010). Une théorie géographique des villes. *Bulletin de la Société de Géographie de Liège*, 55, 5-15. https://popups.uliege.be/0770-7576/index.php?id=823

Qi, W., Saarela, S., Armston, J., Ståhl, G. & Dubayah, R. (2019). Forest biomass estimation over three distinct forest types using TanDEM-X InSAR data and simulated GEDI lidar data. *Remote Sensing of Environment*, 232, 111283. https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111283

Redman, C. L., Grove, J. M. & Kuby, L. H. (2004). Integrating social science into the long-term ecological research (LTER) network: social dimensions of ecological change and ecological dimensions of social change. *Ecosystems*, 7(2), 161-171. https://doi.org/10.1007/s10021-003-0215-z

Roth, R. (2004). On the colonial margins and in the global hotspot: Park-people conflicts in highland Thailand. *Asia Pacific Viewpoint*, 45(1), 13-32. https://doi.org/10.1111/j.1467-8376.2004.00225.x

Rougerie, G. (1985). Le dessus, ou le dedans ? *Revue Géographique de l'Est*, 25(4), 355-363. https://doi.org/10.3406/rgest.1985.1588

Rougerie, G. (1987). Réajustements du paysage des géographes (*Landscape and geographers*), *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, 64(2), 141-144. https://doi.org/10.3406/bagf.1987.1381

Rudel, T.K. (2013). The national determinants of deforestation in sub-Saharan Africa. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 368(1625), 20120405. https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0405

Ruf, F. (2008). Les zones forestières et la lente intégration de l'élevage dans les exploitations de cultures pérennes : Ghana, Côte d'Ivoire et Sulawesi (Indonésie). In *Colloque International Systèmes de production et durabilité dans les suds*, de Poitiers-ICOTEM, France, 7-8 février, 17 p. https://agritrop.cirad.fr/543460/

Rulli, M. C., Santini, M., Hayman, D. T. & D'Odorico, P. (2017). The nexus between forest fragmentation in Africa and Ebola virus disease outbreaks. *Scientific reports*, 7(1), 41613. https://doi.org/10.1038/srep41613

Rupp, S. K. (2011). *Forests of Belonging: identities, ethnicities, and stereotypes in the Congo River Basin,* Seattle, University of Washington Press, 304 p.

S - T - U

Sahu, R., Das, D. P. & Nayak, S. (2020). Emergence of Zoonoses at Human-Animal Interface. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(3), 2894-2905. https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.903.333

Salovaara, K. J., Thessler, S., Malik, R. N. & Tuomisto, H. (2005). Classification of Amazonian primary rain forest vegetation using Landsat ETM+ satellite imagery. *Remote Sensing of Environment*, 97(1), 39-51. https://doi.org/10.1016/j.rse.2005.04.013

Sano, E. E., Rosa, R., Brito, J. L. S. & Ferreira, L. G. (2010). Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*, 166(1-4), 113-124. https://doi.org/10.1007/s10661-009-0988-4

Sautter, G. & Pélissier, P. (1964), Pour un atlas des terroirs africains : structure-type d'une étude de terroir. *L'homme,* 4(1), 56-72. https://doi.org/10.3406/hom.1964.366609

Schneider, F. D., Ferraz, A., Hancock, S., Duncanson, L. I., Dubayah, R. O., Pavlick, R. P. & Schimel, D. S. (2020). Towards mapping the diversity of canopy structure from space with GEDI. *Environmental Research Letters*, 15(11), 115006. https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab9e99

Sikuzani, Y. U., Malaisse, F., Kaleba, S. C., Kankumbi, F. M. & Bogaert, J. (2017). Le rayon de déforestation autour de la ville de Lubumbashi (Haut-Katanga, RD Congo) : synthèse. *Tropicultura*, 35(3), 215-221. https://doi.org/10.25518/2295-8010.1277

Silvano, R. A. M. & Valbo-Jørgensen, J. (2008). Beyond fishermen's tales: contributions of fishers' local ecological knowledge to fish ecology and fisheries management. *Environment, Development and Sustainability*, 10(5), 657-675. https://doi.org/10.1007/s10668-008-9149-0

Simoniello, T., Coluzzi, R., Imbrenda, V. & Lanfredi, M. (2015). Land cover changes and forest landscape evolution (1985-2009) in a typical Mediterranean agroforestry system (high Agri Valley). *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 15(6), 1201-1214. https://doi.org/10.5194/nhess-15-1201-2015

Smith, H. A., & Sharp, K. (2012). Indigenous climate knowledges. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 3(5), 467-476. https://doi.org/10.1002/wcc.185

Smouts, M. C. (2000). Un monde sans bois ni lois. La déforestation des pays tropicaux. *Critique internationale*, 9(1), 131-146. https://doi.org/10.3406/criti.2000.1630

Soumaré, S., Fall, A., Andrieu, J., Marega, O. & Dieme, B. E. (2020). Dynamique spatio-temporelle de la mangrove de Kafountine dans l'estuaire de la Basse-Casamance

des années 1972 à nos jours : Approche par télédétection. *IOSR Journal of Engineering,* 10(9), 1-14. ⟨hal-03101193⟩

Stewart, P. J. & Strathern, A. (2003). *Landscape, Memory and History: Anthropological Perspectives*, London, Pluto Press, 246 p.

Sulieman, H. M. & Ahmed, A. G. M. (2013). Monitoring changes in pastoral resources in eastern Sudan: A synthesis of remote sensing and local knowledge. *Pastoralism: Research, Policy and Practice*, 3(1), 22. https://doi.org/10.1186/2041-7136-3-22

Sutton, P. C. & Costanza, R. (2002). Global estimates of market and non-market values derived from nighttime satellite imagery, land cover, and ecosystem service valuation. *Ecological Economics*, 41(3), 509-527. https://doi.org/10.1016/s0921-8009(02)00097-6

Tabutin, D. & Schoumaker, B. (2020). La démographie de l'Afrique subsaharienne au XXIe siècle. *Population*, 75(2), 169-295. https://doi.org/ 10.3917/popu.2002.0169

Tahir, N., Hadgu, K. M., Birhane, E., Fenta, A. A. & Gebrehiwotc, K. (2017). Local knowledge coupled with GIS and remote sensing in landscape analysis for re-greening and rehabilitation of degraded lands in south eastern zone of Tigray, Northern Ethiopia. *Journal of the Dryland*, 7(1), 582-597. http://www.mu.edu.et/jd/pdfs/V7N1/paper_2.pdf

Tankou, C. M., de Iongh, H. H., Persoon, G., de Bruijn, M. & de Snoo, G. R. (2014). Determinants and Impacts of Human Mobility Dynamics in the Western Highlands of Cameroon. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 3(8), 40-50. http://hdl.handle.net/1887/31461

Tchatchou, B., Sonwa, D. J., Ifo, S. & Tiani, A. M. (2015). *Déforestation et dégradation des forêts dans le Bassin du Congo: état des lieux, causes actuelles et perspectives*, Papier occasionnel n°120, Bogor, Indonesie, CIFOR, 60 p. https://www.cifor.org/publications/pdf_files/OccPapers/OP-120.pdf

Tchotsoua M., Aboubakar M., Mpoko G. F. A., Bangara A. B., Fotsing E., Ganota B., Koyoumtan A., Mouhaman A., Moupeng B. & Picard J. (2009), Contribution de la géomatique à la gestion des territoires villageois des savanes d'Afrique centrale. In *Savanes africaines en développement : innover pour durer*, Garoua, 20-23 avril, CIRAD, 9 p. ⟨cirad-00470503⟩

Teka, O., Sturm-Hentschel, U., Vogt, J., Bähr, H. P., Hinz, S., & Sinsin, B. (2012). Process analysis in the coastal zone of Bénin through remote sensing and socio-economic

surveys. *Ocean & Coastal Management*, 67, 87-100. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2012.06.005

Toh, F. A., Angwafo, T. E., Ndam, L. M. & Antoine, M. Z. (2018). The socio-economic impact of land use and land cover change on the inhabitants of Mount Bambouto Caldera of the Western Highlands of Cameroon. *Advances in Remote Sensing*, 7(1), 25-45. https://doi.org/10.4236/ars.2018.71003

Traoré S. & Le Bars M. (2018). L'apport de la cartographie participative pour représenter les terroirs agricoles au Mali. *Cartes et Géomatique*, 235, 201-208. http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010073874

V - W - X - Y - Z

Van P. N. & Azomahou T. T. (2003). Déforestation, croissance économique et population. *Revue économique*, 54(4), 835-855. https://doi.org/10.3917/reco.544.0835

Van der Geest K., Vrieling A. & Dietz T. (2010). Migration and environment in Ghana: a cross-district analysis of human mobility and vegetation dynamics. *Environment and Urbanization*, 22(1), 107-123. https://doi.org/10.1177/0956247809362842

Van Dijk H., Foeken D. & Van Til K. (2001). Population mobility in Africa: An overview. *In* De Bruijn, M., Van Dijk, R. & Foeken, D. (ed), *Mobile Africa: Changing patterns of movement in Africa and beyond*, Leiden-Boston, Brill, 9-26. https://hdl.handle.net/1887/9603

Vancutsem, C., Pekel, J.-F., Evrard, C., Malaisse, F. & Defourny, P. (2009). Mapping and characterizing the vegetation types of the Democratic Republic of Congo using SPOT VEGETATION time series. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 11(1), 62-76. https://doi.org/10.1016/j.jag.2008.08.001

Vansina J. (1973). *The Tio Kingdom of the Middle Congo: 1880-1892,* London, Routledge, 610 p.

Vermeulen, C., Schippers, C., Bracke, A. & Doucet, J. L. (2009). De nouveaux enjeux sur l'espace : la délimitation des premières forêts communautaires au Gabon. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 3(5), 1171-1181, https://doi.org/10.4314/ijbcs.v3i5.51095

Violle, D. & Lesne, J. (2014). One Health, EcoHealth. *Environnement, Risques & Santé*, 13(3), 256-259. https://www.jle.com/10.1684/ers.2014.0703

Vittek M., Brink A., Donnay F., Simonetti D. & Desclée, B. (2014). Land cover change monitoring using Landsat MSS/TM satellite image data over West Africa between 1975 and 1990. *Remote sensing*, 6(1), 658-676. https://doi.org/10.3390/rs6010658

Vivien, F. D. (2007). Économie de l'environnement ou économie écologique. *Responsabilité et environnement*, 48, 37-43. http://www.annales.org/re/2007/re48/vivien.pdf

Von Thünen J. H. (1826). *Der isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie*, Hambourg et Rostock, 1826, 1842 et 1850 ; traduction française partielle : *L'État isolé*, Laverrière, Paris, 1851 et 1857.

Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. R. & Kinzig, A. (2004). Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society*, 9(2), 5. https://doi.org/10.5751/ES-00650-090205

West, P. (2006). *Conservation is our government now: the politics of ecology in Papua New Guinea,* Durham, Duke University Press, 352 p.

West, P., Igoe, J. & Brockington, D. (2006). Parks and Peoples: The Social Impact of Protected Areas. *Annual Review of Anthropology*, 35(1), 251-277. https://doi.org/10.1146/annurev.anthro.35.081705.123308

Westman, W.E. (1977). How Much Are Nature's Services Worth? *Science*, 197(4307), 960-964. https://doi.org/10.1126/science.197.4307.960

Willis, K.J., Gillson, L. & Brncic, T.M. (2004). How "Virgin" Is Virgin Rainforest? Science, 304(5669), 402-403. https://doi.org/10.1126/science.1093991

Wilshusen P. R., Brechin S. R., Fortwangler C. L. & West P. C. (2002). Reinventing a square wheel: Critique of a resurgent "protection paradigm" in international biodiversity conservation. *Society & Natural Resources*, 15(1), 17-40. https://doi.org/10.1080/089419202317174002

Wilson, M.A. & Carpenter, S.R. (1999). Economic Valuation of Freshwater Ecosystem Services in the United States: 1971-1997. Ecological Applications, 9(3), 772-783. https://doi.org/10.2307/2641328

Windey C. & Van Hecken G. (2021). Contested mappings in a dynamic space: emerging socio-spatial relationships in the context of REDD+. A case from the Democratic

Republic of Congo. *Landscape Research*, 46(2), 152-166. https://doi.org/10.1080/01426397.2019.1691983

World Wide Fund for Nature / WWF (2020). *Les fronts de déforestation. Moteur et réponse dans un monde en mutation. Synthèse étendue,* Le Pré-Saint-Gervais, WWF France, 20 p.

Yiran, G. A. B., Kusimi, J. M. & Kufogbe, S. K. (2012). A synthesis of remote sensing and local knowledge approaches in land degradation assessment in the Bawku East District, Ghana. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 14(1), 204-213. https://doi.org/10.1016/j.jag.2011.09.016

Liste des Figures

Partie 1 : Introduction générale

Figure 1.1 : Principaux facteurs de perte de couverture forestière de 2001 à 2015. Une intensité de couleur plus foncée indique une plus grande quantité totale de perte de couverture forestière (extrait de Curtis *et al.* 2018). 25

Figure 1.2 : Zone d'étude délimitée par les territoires villageois impliqués dans les actions de l'ONG MMT, chefferie des Batéké Nord, Territoire de Bolobo, République Démocratique du Congo. 33

Partie 2 : Approche théorique et méthodologique du paysage

Figure 2.1 : Zone d'étude délimitée par les territoires villageois impliqués dans les actions de l'ONG MMT, chefferie des Batéké Nord, Territoire de Bolobo, République Démocratique du Congo. 49

Figure 2.2 : Système complexe développé à partir des concepts de socio-écosystème et de formation socio-spatiale, lesquels une fois appliqués à la zone d'étude placent le paysage au centre des interactions humains-milieux. 51

Partie 3 : Analyse du paysage dans ses différentes composantes : *land cover*, *land unit* et *land use*

Figure 3.1: Study area location on the Congo Basin forest edge, North Batéké Chiefdom in the Democratic Republic of Congo.....73

Figure 3.2: Processing chain used to classify landscape structure from a Sentinel-2 satellite image.....77

Figure 3.3: Land cover map of the study area (Sentinel-2 satellite image, 11 landscape classes). 79

Figure 3.4: Systemic approach to landscape dynamics.....85

Figure 3.5: Location of agricultural areas in relation to the community forest network and human settlement.....88

Partie 4 : Analyse géo-historique du paysage et influence des mobilités villageoises

Figure 4.1: Study site (North Batéké Chiefdom, Democratic Republic of Congo).....101

Figure 4.2: Locations of all identified former villages in the study area and targeted zooms. 104

Figure 4.3: Land cover map of study area based on a 2017 Sentinel-2 satellite image and used to realize PCAs (Demichelis *et al.,* 2020). 106

Figure 4.4: Mobility histories of Tshumbiri, Lewo and Ndwa villages. 108

Figure 4.5: Mobility histories of Bodzuna, Makaa and Mbee / Nkuru villages. 110

Figure 4.6: PCA based on date of village mobility and land cover (Monte-Carlo test, p-value 0,01**). 112

Figure 4.7: PCA based on the distance of abandoned villages from nearest current village and land cover (Monte-Carlo test, p-value 0,005**). 113

Figure 4.8: Three possible landscape changes following village abandonment and forest colonisation. 115

Figure 4.9: Landscape dynamics after village settlement and abandonment. 116

Partie 5 : Analyse des fronts de déforestation au prisme des terroirs villageois

Figure 5.1 : Zone d'étude, délimitée par les territoires villageois impliqués dans les actions de l'ONG MMT, chefferie des Batéké Nord, Territoire de Bolobo, République Démocratique du Congo. 126

Figure 5.2 : Cartographie d'occupation des sols de la zone d'étude produite par télédétection d'après une image satellite Sentienl-2 de 2017 et catégorisant le paysage en 11 classes paysagères (d'après Demichelis *et al.,* 2020). 130

Figure 5.3 : Modèle conceptuel de l'organisation spatiale des activités humaines définissant le terroir villageois de manière concentrique d'après les distances maximales identifiées pour chacune des activités. 131

Figure 5.4 : Carte localisation les activités de la population de Bodzuna au sein du paysage local et définissant les limites du terroir villageois. 134

Figure 5.5 : Localisation des terroirs agricoles théoriques pour chacun des villages au sein de la zone d'étude et présentation de la composition paysagère pour chacun d'entre eux. 140

Figure 5.6 : Analyse en composante principale et typologie villageoise d'après les compositions paysagères (Test de Monte Carlo, Pvalue : 0,001***). 142

Partie 6 : Analyse pluriannuelle (1973-1984-2000-2016) et multi-scalaire du paysage

Figure 6.1 : Délimitation des différents territoires villageois structurant l'ensemble du site d'étude. 152

Figure 6.2 : Chaîne de traitement des images satellites de 1973, 1984, 2000 et 2016 par télédétection et système d'information géographique. 156

Figure 6.3 : Évolution du couvert forestier par télédétection entre 1973 et 1984 localisant les zones de déforestation et d'expansion forestière à l'échelle de la zone d'étude. 164

Figure 6.4 : Évolution du couvert forestier par télédétection entre 1984 et 2000 localisant les zones de déforestation et d'expansion forestière à l'échelle de la zone d'étude. 166

Figure 6.5 : Évolution du couvert forestier par télédétection entre 2000 et 2016 localisant les zones de déforestation et d'expansion forestière à l'échelle de la zone d'étude. 167

Figure 6.6 : Part des activités économiques les plus rémunératrices au sein de chacun des villages de la zones d'étude. 168

Figure 6.7 : Pratique de la culture de rente du maïs au sein des villages de la zone d'étude en 2016. 171

Figure 6.8 : Évolution du couvert forestier exprimé en pourcentage pour chacun des territoires villageois de la zone d'étude entre 1973 et 2016. 173

Figure 6.9 : Classification des différents territoires selon leur profil d'évolution du couvert forestier entre 1973 et 2016. 174

Figure 6.10 : Structure de l'économie au sein des différents villages de la zone d'étude d'après la part de population ayant des revenus liés à chaque activité productrice ou extractrice de ressources naturelles. 176

Figure 6.11 : Évolution du couvert forestier du territoire Meseon entre 1973 et 2016. ..177

Figure 6.12 : Évolution du couvert forestier des territoires Embaa, Embririma et Bodzuna entre 1973 et 2016. 179

Figure 6.13 : Évolution du couvert forestier des territoires Mpelu, Nkala, Nkoo et Nkuru entre 1973 et 2016. 182

Figure 6.14 : Évolution du couvert forestier des territoires Makaa et Engunu entre 1973 et 2016. 185

Figure 6.15 : Évolution du couvert forestier du territoire Mobea Tsalu entre 1973 et 2016. 187

Liste des Tableaux

Partie 2 : Approche théorique et méthodologique du paysage

Tableau 2.1 : Catégorisation des villages en classes selon le nombre de foyers par village, proportion théorique de questionnaires à réaliser pour chacune des classes et questionnaires effectifs mis en place dans chaque village selon une méthodologie stratifiée. 57

Tableau 2.2 : Répartition des points et tracés GPS collectés autour de Bodzuna concernant les activités villageoises menées durant les phases d'observation participante. 60

Partie 3 : Analyse du paysage dans ses différentes composantes : *land cover*, *land unit* et *land use*

Table 3.1: Area extents and proportions of the 11 landscape classes composing the land cover map for the entire study area. 78

Table 3.2: Verification table derived from the crossing of control GPS landmarks with the land cover map obtained from a Sentinel-2 satellite image. 82

Table 3.3: Location of the 51 plots addressing landscape structure and botanical composition (Pennec *et al.*, 2016) in comparison with study land cover map using 2017 Sentinel-2 satellite imagery.....82

Table 3.4: Location of activities within the landscape based on field observations and workshops; in dark: permanent annual use; in light: seasonal or decreasing use.....86

Partie 5 : Analyse des fronts de déforestation au prisme des terroirs villageois

Tableau 5.1 : Répartition des points et tracés GPS collectés autour de Bodzuna concernant les activités villageoises menées durant les phases d'observation participante. 128

Tableau 5.2 : Distances maximales parcourues depuis le village pour mener les différentes activités quotidiennes, pour chacun des villages de la zone d'étude. 136

Partie 6 : Analyse pluriannuelle (1973-1984-2000-2016) et multi-scalaire du paysage

Tableau 6.1 : Catégorisation des villages en classes selon le nombre de foyers par village, proportion théorique de questionnaires à réaliser pour chacune des classes et

questionnaires effectifs mis en place dans chaque village selon une méthodologie stratifiée. 155

Tableau 6.2 : Quantités et proportions d'espaces forestiers et non-forestiers pour chacune des années étudiées à l'échelle de la zone d'étude. 157

Tableau 6.3 : Évolution du couvert forestier en termes de déforestation et d'expansion forestière entre 1973 et 2016 à l'échelle de la zone d'étude..... 158

Liste des Photographies

Partie 1 : Introduction générale

Photo de couverture : Pirogue de MMT prête au départ pour rejoindre Tshumbiri depuis Maluku sur le fleuve Congo.....15

Photo 1.1 : Officialisation par le gouverneur de province de la forêt communautaire de Nkala, première forêt communautaire historique de la zone. Lors de cette journée l'ensemble des chefs coutumiers ayant dédié une partie de leurs forêts à la gestion communautaire ont reçu un certificat, en présence notamment des administrations étatiques et coutumières locales, mais également en présence des membres de MMT et du WWF. La cérémonie s'est tenue en juin 2017 sur la base locale du WWF. 34

Photo 1.2 : Papa Fidèle, doyen des Batio âgé d'environ 90 ans durant l'étude, décédé en 2020, avec qui de nombreux entretiens individuels ont été conduits. Lors d'un entretien sur l'histoire de la région, il a tenu à montrer son passeport de santé datant de l'époque coloniale, lequel lui permettait de se déplacer et de justifier le paiement de ses impôts coloniaux. 37

Partie 2 : Approche théorique et méthodologique du paysage

Photo de couverture : Mapio II en tenue traditionnelle, grand chef de la chefferie des Batéké Nord. 45

Photo 2.1 : Entretien et atelier de groupe réalisés à Nkoo avec un groupe de femmes**.** Chaque dessin posé sur la table représente un type de paysage et les graines de maïs déposées par les participantes sur chacun d'entre eux permettent d'évaluer l'importance de ces paysages pour les activités menées ici par les femmes. 55

Photo 2.2 : Exemples de paysages retrouvés sur le terrain ; de gauche à droite et de haut en bas : savane herbacée, savane arbustive, champ de maïs sur brûlis, forêt humide, forêt de terre ferme. 58

Photo 2.3 : Village actuel de Bodzuna (haut) avec ses maisons en terre et toits de taule ou de paille et ancien village de Nkoo (bas) caractérisé par la présence de palmiers à huile en abondance.....59

Partie 3 : Analyse du paysage dans ses différentes composantes : *land cover*, *land unit* et *land use*

Photo de couverture : Canopée d'une forêt mature de terre ferme. 67

Photo 3.1: Workshops using land unit drawings and seeds organized in Nkala with men (bottom), and in Mbee with women (top). 74

Partie 4 : Analyse géo-historique du paysage et influence des mobilités villageoises

Photo de couverture : Jeune bonobo mâle de la forêt communautaire de Bodzuna. 95

Photo 4.1: Wet herbaceous savannah with a forest patch in the background, characteristic landscape of the study area. 100

Photo 4.2: A woman cultivating maize on the site of the former village *Ndzuomi bonkolo* (see Figure 4.5), near the current village of Bodzuna..... 114

Photo 4.3: Adult male bonobo observed in the Bodzuna community forest (left) and Mbou-Mon-Tour tracker taking observation notes (right) as part of the habituation, conservation and local development program. 119

Partie 5 : Analyse des fronts de déforestation au prisme des terroirs villageois

Photo de couverture : Partage de la viande à l'issue d'une journée de chasse au filet... 121

Photo 5.1 : Chasseur venant d'abattre un cercopithèque ascagne au fusil (*Cercopithecus cephus ascagnus*), localement nommé *Tséké* (gauche) ; groupe de jeunes hommes revenant d'une journée de chasse au filet (en haut à droite) ; piège non sélectif localement nommé *kraka*, posé par un habitant en forêt (en bas à droite). 132

Photo 5.2 : Élevage bovin pratiqué par un petit fermier à proximité de Bodzuna, empêchant l'agriculture au sein de la savane. 135

Photo 5.3 : Pêche à la nasse pratiquée par les hommes (gauche) et pêche à l'écopage pratiquée par les femmes (droite) sur la rivière Mbali..... 138

Photo 5.4 : Agriculture sur brûlis, principal moteur de la déforestation localement. 145

Partie 6 : Analyse pluriannuelle (1973-1984-2000-2016) et multi-scalaire du paysage

Photo de couverture : Chefs de terres regroupés sur la base du WWF lors de la cérémonie d'officialisation des forêts communautaires 147

Photo 6.1 : Habitation avec toit de tôle à l'avant, et toit traditionnelle à l'arrière..... 161

Photo 6.2 : Feu de savane aperçu depuis la route entre Bodzuna et Makaa..... 163

Photo 6.3 : Deux pisteurs de MMT notant leurs observations finales à l'issue de leur journée à suivre les bonobos de la forêt communautaire de Bodzuna (N.B. : les pisteurs de Bodzuna n'étaient pas rémunérés au moment de l'étude et effectuaient ce travail bénévolement) 169

Photo 6.4 : Enfrichement d'une savane privatisée par la SOGENAC avec au premier plan *Chromoleana odorata* et à l'arrière-plan des espèces forestières pionnières. 172

Photo 6.5 : Réunion entre les chefs de terre et une partie de l'équipe administrative de MMT, dont le Président Jean-Christophe Bokika, à la suite de l'officialisation des forêts communautaires par l'état sur la base du WWF en 2017. 193

Partie 7 : Conclusion générale

Photo de couverture : Coucher de soleil sur le fleuve Congo depuis la pirogue de MMT. 199

Annexes

Annexe 1 : Questionnaire socio-économique

Numéro enquête (ID village + numéro) : _____

Date : ____ /____ /_____

Nom et prénom : _____

Appartenance(s) ethnique(s) du foyer : _____

Personnes composant le foyer :

Statut familial	Sexe / Age	Lieu de naissance
Chef de famille		

1. ACTIVITES ET ECONOMIE

Activités pratiquées au sein du foyer et ordre d'importance en termes de revenus sur l'année (numéroter de 1 à n) :

☐ Agriculture ☐ Élevage ☐ Pêche ☐ Chasse ☐ Cueillette

☐ Autre : _____

1.1. Agriculture

Nombre de champs possédés et espèces cultivées :

	Champ 1	Champ 2	Champ 3	Champ 4
Âge				
Espèces cultivées				

Pratique de la jachère et durées (en années) :

☐ OUI ; ☐ NON

Si oui, combien d'années : _____

Ouverture de champs en forêt « vierge » :

☐ OUI ; ☐ NON

Si non pourquoi ?

_____

_____

_____

Pratiquez-vous la culture du maïs :

☐ OUI ; ☐ NON

Si oui, vendez-vous votre production : ☐ OUI ; ☐ NON

Si oui, *en moyenne, nombre de sacs de maïs vendus par an :* _____

En général, lieu de vente de la production :

☐ Village ☐ Marché local (Tshumbiri) ☐ Marché régional (Bolobo) ☐ Capitale (Kinshasa)
☐ Autre : _____

1.2. Elevage / Pisciculture

Nombre d'animaux possédés et économie :

	Bovidés	Ovins	Caprins	Porcs	Volailles	Autre
Nb de têtes possédées						
Nb de ventes (par an)						
Lieu de vente						

Nombre d'étangs possédés et économie :

	Etang 1	Etang 2	Etang 3	Etang 4
Espèces élevées				
Revenus estimés sur l'année				
Lieu de vente				

1.3. Chasse

Pratique de la chasse au fusil :

☐ Oui ☐ Non

Origine du fusil :
☐ Possédé ☐ Loué ☐ Prêté ☐ Autre : _____

Pratique de la chasse aux pièges :

☐ Oui ☐ Non

Pratique de la chasse au filet :

☐ Oui ☐ Non

Commentaires quant à d'autres types de chasse :

_____

_____

_____

Vente du gibier : ☐ Oui ☐ Non

Si oui, lieu de vente :

☐ Village ☐ Marché local (Tshumbiri) ☐ Marché régional (Bolobo) ☐ Capitale (Kinshasa)
☐ Autre : _____

Si Oui, revenus estimés sur l'année : _____

1.4. Pêche

Types de pêches pratiquées au sein du foyer :

☐ Écopage ☐ Nasses ☐ Filet ☐ Hameçon
☐ Autre : _____

Vente d'une partie de la production issue de la pêche :

☐ Oui ☐ Non

Si oui, lieu de vente :

☐ Village ☐ Marché local (Tshumbiri) ☐ Marché régional (Bolobo) ☐ Capitale (Kinshasa)
☐ Autre : _____

Si Oui, revenus estimés sur l'année : _____

1.5. Cueillette

Réalisée pour des ressources alimentaires :

☐ Oui ☐ Non

Réalisée pour des ressources médicales :

☐ Oui ☐ Non

Réalisée pour la construction / la confection d'bjets / du matériel :

☐ Oui ☐ Non

Vente d'une partie de la production issue de la cueillette :

☐ Oui ☐ Non

Si oui, lieu de vente :

☐ Village ☐ Marché local (Tshumbiri) ☐ Marché régional (Bolobo) ☐ Capitale (Kinshasa)
☐ Autre : _____

Si Oui, revenus estimés sur l'année : _____

2. PAYSAGE

Activités dépendantes de la forêt

☐ Agriculture ☐ Élevage ☐ Pêche ☐ Chasse ☐ Cueillette

☐ Autre : _____

La quantité de forêts est-elle suffisante pour mener vos activités : ☐ Oui ☐ Non

Avez-vous des commentaires ?

_____

_____

_____

_____

Avec le temps, les forêts ont :

☐ Diminué ☐ Augmenté ☐ Stagné ☐ Ne sait pas

Avez-vous des commentaires ?

_____

_____

_____

_____

Activités dépendantes de la savane :

☐ Agriculture ☐ Élevage ☐ Pêche ☐ Chasse ☐ Cueillette

☐ Autre : _____

La quantité de savanes est-elle suffisante pour mener vos activités : ☐ Oui ☐ Non

Avez-vous des commentaires ?

_____

_____

_____

_____

Avec le temps, les savanes ont :

☐ Diminué ☐ Augmenté ☐ Stagné ☐ Ne sait pas

Avez-vous des commentaires ?

_____

_____

_____

_____

Concernant les forêts communautaires, pensez-vous que cela soit :

☐ Positif ☐ Négatif ☐ Sans intérêt ☐ Ne sait pas

Avez-vous des commentaires ?

_____

_____

_____

_____

3. ZOONOSES

Pensez-vous qu'il soit possible que les singes puissent transmette des maladies aux hommes ?

☐ Oui ☐ Non

Si oui, quelles espèces et quelles maladies ?

Espèce	Maladie 1	Maladie 2	Maladie 3	Maladi4

Pensez-vous qu'il soit possible que les hommes puissent transmette des maladies aux singes ?

☐ Oui ☐ Non

Si oui, quelles espèces et quelles maladies ?

Espèce	Maladie 1	Maladie 2	Maladie 3	Maladi4

Pensez-vous qu'il soit possible que d'autres animaux puissent transmette des maladies hommes ?

☐ Oui ☐ Non

Si oui, quelles espèces et quelles maladies ?

Espèce	Maladie 1	Maladie 2	Maladie 3	Maladi4

Remarques particulières :

Annexe 2 : Fiche méthodologique de relevé paysager

Numéro fiche :……..Date :……Point GPS :……

Catégorie générale de l'élément : Forêt / Savane / Champ / Autre : ……

Hauteur approximative de la canopée : ……mètres

Type de sol : sec / inondable / marécageux

Densité de la canopée :
(complètement ouverte) **0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10** (complètement fermée)

Description générale :

Numéros Photos :

Espèces majoritaires et exceptionnelles :

- Herbacée – numéros *Photos :*
- Arbustive – numéros *Photos :*
- Arborée – numéros *Photos* :

Utilisation (land use) :

Classe paysagère personnelle (land cover) *:*

Classe accompagnateur (land unit) *:*

DOCTORAT / SOCIETES
BRETAGNE \ TEMPS
LOIRE / TERRITOIRES

UNIVERSITÉ RENNES 2

Titre : INTERACTIONS HUMAINS-MILIEUX ET DYNAMIQUES PAYSAGERES EN SITUATION DE MOSAÏQUE FORET/SAVANE : CHEFFERIE DES BATEKE NORD - REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO

Mots clés : paysage ; socio-écosystème ; déforestation ; télédétection ; savoirs locaux ; Afrique Centrale

Résumé : Étudier un paysage revient à dresser un état des lieux de la société qui y réside, à la fois dans ses composantes sociales et environnementales. S'agissant de mettre en relation la dynamique du paysage avec les pratiques humaines et les règles sociales régissant l'accès à l'espace, cette recherche a été conduite à différentes échelles spatiales et temporelles afin de mettre en exergue la variabilité locale des relations entre les êtres humains et leur milieu au sein d'un paysage hétérogène, une mosaïque forêt/savane d'Afrique Centrale. Pour cela, le paysage a été abordé d'après une approche socio-écosystémique le plaçant au centre d'un système complexe avec des composantes sociales et écologiques en interactions. Il a notamment été abordé d'après (i) les systèmes de production et d'exploitation des ressources naturelles, et (ii) les connaissances et les savoirs locaux. De par le caractère hybride du concept de paysage, à l'interface de la nature et des sociétés, cette étude se veut transdisciplinaire, puisant sans limite dans les outils et méthodes issues aussi bien des sciences sociales que des sciences naturelles. En ce sens, les entretiens compréhensifs, les questionnaires, les ateliers de groupes, les relevés botaniques, les relevés GPS, ainsi que les analyses par télédétection, système d'information géographique et statistiques sont autant de méthodes mobilisées dans le cadre de cette thèse. Au final, les résultats de cette recherche entendent développer des connaissances sur un milieu particulier dans une zone une encore très peu documentée afin d'alimenter les débats et d'appuyer les politiques locales en termes de gestion, d'exploitation et de conservation des ressources naturelles, mais également de développement durable des populations humaines.

Title: HUMAN-ENVIRONMENT INTERACTIONS AND LANDSCAPE DYNAMICS IN A FOREST/SAVANNA MOSAIC SITUATION: BATEKE NORTH CHIEFDOM - DEMOCRATIC REPUBLIC OF CONGO

Keywords: landscape; socio-ecological system; deforestation; remote sensing; local knowledge; Central Africa

Abstract: Studying a landscape resembles drawing a social and environmental portrait of a society residing there. Linking landscape dynamics with human practices and social rules and norms governing access to space, this research examined local variability of relations between human beings and their environments in a heterogeneous landscape – a forest/savanna mosaic in central Africa – at different spatial and temporal scales. To accomplish this analysis, the landscape was approached from a socio-ecological perspective, placing it at the center of a complex system with interacting social and ecological components. In particular, the study examined landscape from (i) production and natural resource exploitation systems, and (ii) local knowledge and perceptions. Because of the hybrid nature of the landscape concept, which is at the interface of nature and society, this study is transdisciplinary, integrating tools and methods from the social and natural sciences. Comprehensive interviews, questionnaires, group workshops, botanical surveys, GPS surveys, as well as analyses by remote sensing, geographic information systems and statistics were methods mobilized in this thesis. The results of this research contribute to knowledge about a particular environment in a zone that remains poorly documented, to fuel debates and support local policies concerning the management, exploitation and conservation of natural resources, as well as the sustainable development of human populations there.