

Faculté des sciences

Politiques foncières, forestières et certifications de durabilité dans les pays producteurs de palmier à huile du Bassin du Congo : Cas du Cameroun 1973 - 2021

Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade académique de master 120 en sciences géographiques, orientation générale, finalité approfondie

Auteure : Ange Ortance DJIAGUÉ TABAGAN

Promoteur : Prof. Eric LAMBIN

Lectrices : Prof. Veerle VANACHER, Prof. Marie-Laurence DE KEERSMAECKER

Année académique 2022-2023

RESUMÉ

L'industrie de palmier à huile joue un rôle central dans l'économie des pays du bassin du Congo, mais son expansion suscite des préoccupations environnementales et sociales. Cette étude explore les politiques foncières, forestières et les certifications de durabilité dans le contexte de la production de palmier à huile au Cameroun sur une période s'étendant de 1973 à 2021. En utilisant des méthodes de télédétection et d'analyses spatiales, nous avons cartographié les changements induits par les plantations de palmier à huile et évalué leur impact sur le couvert forestier.

Nous avons utilisé une approche de classification supervisée orientée pixel par maximum vraisemblable pour analyser les indices NDI et NDVI, cartographier les changements d'occupation du sol et comprendre les dynamiques écologiques et spatiales résultant de cette expansion. Les indices spatio - statistiques, tels que, le LPI (Largest patch index), le LSI (Landscapes Shape Index), le SHEI (Shannon Evenness Index), le ED (Edge Density), l'ENN (Euclidien Nearest Neighbor) ont été calculés via FragStats pour quantifier ces dynamiques à l'intérieur et à l'extérieur des plantations.

Le résultat de la classification de 2021 a montré, une précision globale de 91,67% et un indice de kappa de 87,74%. En ce qui concerne la fragmentation du paysage, les valeurs du LSI varient entre 1,22 et 1,30, les ENN des patchs se situent entre 106,09 et 227,97 m, le LPI entre 20,63 et 60,17%, l'ED entre 34,44 et 89,07 m/ha et le SHEI entre 0,23 et 0,75. Le taux de changement global des forêts primaires entre 1973 et 2021 montre une régression des superficies, avec des valeurs entre -0,68 et -0,99.

Une conclusion majeure de cette étude est que l'expansion des plantations de palmiers à huile est associée à une dégradation significative du couvert forestier, mettant en péril la biodiversité ainsi que les services écosystémiques fournis par les forêts. Les politiques foncières et forestières actuelles, ainsi que la certification de durabilité RSPO, semblent insuffisantes pour freiner cette dégradation. Il est donc essentiel de revoir ces politiques et de mettre en place des mesures plus rigoureuses pour réglementer l'expansion de l'industrie du palmier à huile, en intégrant toutes les parties prenantes, y compris les communautés locales et les ONG.

Mots clés : Palmier à huile, dégradation du couvert forestier, télédétection, classification supervisée, certification RSPO, politiques foncières et forestières.

ABSTRACT

The oil palm industry plays a central role in the economies of the Congo Basin countries, but its expansion is giving rise to environmental and social concerns. This study explores land tenure, forestry, and sustainability certification policies in the context of oil palm production in Cameroon over a period extending from 1973 to 2021. Using remote sensing and spatial analysis methods, we mapped the changes induced by oil palm plantations and assessed their impact on forest cover.

A maximum likely pixel-oriented supervised classification approach was used to analyze the NDI and NDVI indices, map changes in land cover and understand the ecological and spatial dynamics resulting from this expansion. Spatio-statistical indices such as LPI (Largest patch index), LSI (Landscapes Shape Index), SHEI (Shannon Evenness Index), ED (Edge Density), ENN (Euclidean Nearest Neighbor) were calculated via FragStats to quantify these dynamics inside and outside the plantations.

The result of the 2021 classification showed an overall accuracy of 91.67% and a kappa index of 87.74%. About landscape fragmentation, LSI values varied between 1.22 and 1.30, patch ENNs between 106.09 and 227.97 m, LPI between 20.63 and 60.17%, ED between 34.44 and 89.07 m/ha and SHEI between 0.23 and 0.75. The overall rate of change of primary forests between 1973 and 2021 shows a decline in the area, with values varying between -0.68 and -0.99.

A major conclusion of this study is that the expansion of oil palm plantations is associated with significant degradation of forest cover, jeopardizing biodiversity as well as the ecosystem services provided by forests. Current land and forestry policies, as well as RSPO sustainability certification, appear to be insufficient to halt this degradation. It is therefore essential to review these policies and put in place more rigorous measures to regulate the expansion of the oil palm industry, involving all stakeholders, including local communities and NGOs.

Keywords: Oil palm, forest cover degradation, remote sensing, supervised classification, RSPO certification, land and forestry policy.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été mis sur pied grâce à de nombreuses personnes. Ces personnes, par leur soutien continu, m'ont permis de réaliser ce mémoire.

Tout d'abord à Mr Éric Lambin qui malgré ses multiples occupations, a bien voulu diriger cette recherche. Par sa rigueur scientifique et ses remarques constructives, il m'aura amenée sans heurts, à assimiler nombre de principes en géographie et en cartographie.

A l'assistant, Raphaël Rousseau, qui malgré ses multiples occupations, a bien voulu diriger la partie technique de cette la recherche. Par sa rigueur scientifique et ses remarques constructives, il m'aura amené sans heurts à assimiler de nombreux principes dans les modes de changement et d'occupation des sols.

A tous les enseignants associés au Département des Sciences géographiques d'UCLOUVAIN pour tous les enseignements dispensés tout au long de mon cursus académique qui ont été une source clé pour ma formation de géographe.

A mon feu père, KENFACK TABAGAN Etienne, qui a forgé en moi persévérance et rigueur au travail, des qualités qui guident mes pas de nos jours. J'espère qu'il est, fier de moi. Que son âme repose en paix.

A ma sœur aînée, TSIGUIA BOGNING Anne Odette, qui par sa gentillesse et sa générosité immense a financé mes études depuis mon secondaire jusqu'à nos jours.

A la famille Nanan pour leurs soutiens et leurs conseils.

A mes frères et sœurs DJIOGANG Francis Olivier et TABAGAN NGEUFACK Danielle pour leurs conseils, soutiens et encouragement.

Que tous ceux qui, de près ou de loin, ont aidé à la réalisation de ce travail trouvent ici, l'expression de mon infinie gratitude

Table des matières

RESUMÉ	i
ABSTRACT	ii
REMERCIEMENTS	iii
CHAPITRE 1: INTRODUCTION	1
1.1 Contexte et justification de l'étude.....	1
1.2 Problématiques/ questions de recherche	2
1.3 Objectifs.....	3
1.4 Question de recherche	3
1.5 Les hypothèses	3
1.6 Structure du mémoire	4
CHAPITRE 2 : REVUE DE LA LITTERATURE	5
2.1 L'historique de la culture de palmier à huile au Cameroun.	5
2.1.1 La culture de palmier à huile	5
2.1.2 La culture de palmier à huile au Cameroun.	8
2.1.3 Dégradation du couvert forestier et l'industrie de palmier à huile au Cameroun.	10
2.2 L'histoire des politiques foncières et forestières au Cameroun	11
2.2.1 Quelques définitions.....	11
2.2.2 La politique foncière du Cameroun	11
2.2.3 Politiques forestières du Cameroun	13
2.3 Les politiques durables et responsables.....	14
2.4 Utilisation de la télédétection pour la surveillance des palmiers à huiles	16
CHAPITRE 3 : SITES D'ETUDEs ET METHODOLOGIES.....	18
3.1 Présentation de la zone d'étude	18
3.1.1 Cadre géographique	18
3.1.2 Caractéristiques socio – économiques de la zone d'étude.....	19
3.2 Collecte de données	20
3.2.1 Choix des données.....	20
3.2.2 Données des politiques forestières et foncières	22
3.2.3 Certification de durabilité : la RSPO.....	22
3.3 Traitements et analyses des données.....	22
3.3.1 Post Traitement	23
3.3.2 Calculs des indices normalisés.....	23
3.3.3 Classification images : classification supervisée orientée pixels	24
3.3.4 Validations des cartes : matrice de confusion	25
3.3.5 Détection et quantification des changements	27
3.3.6 Caractérisation de la dégradation du paysage	29
CHAPITRE 4 : RESULTATS DE L'ETUDE.....	32

4.1	Présentation des résultats des analyses de cette étude	32
4.1.1	Indices NDI et NDVI	32
4.2	Classification des images : carte d'occupation du sol de 1973 et 2021 de la zone d'études.....	34
4.3	Evaluation de la précision des cartes d'occupation du sol.	37
4.4	Détection du changement au sein du paysage de la zone d'études.....	38
4.4.1	Évolution des surfaces : indicateurs spatiaux	38
4.4.2	Indicateurs statistiques.....	39
4.5	Politiques foncières, forestières et de durabilité au Cameroun	41
4.6	Localisations et répartition des plantations et des populations dans la zone d'études	42
4.6.1	Répartition des lieux d'habitation en fonction des routes	42
4.6.2	Répartition des plantations en fonction des types de routes.....	43
4.6.3	Répartition des lieux d'habitations en fonction des plantations.....	44
CHAPITRE 5 : DISCUSSION DES RESULTATS PERSPECTIVES ET LIMITES DE L'ETUDE.....		46
5.1	Cartographies des plantations des palmiers à huiles	46
5.1.1	La fragmentation du paysage est plus sévère à l'intérieur des plantations qu'à l'extérieur des plantations (hypothèse 1)	47
5.1.2	Les politiques foncières du Cameroun notamment le plan de zonage forestier, la gouvernance foncière et la certification RSPO, freinent la dégradation du couvert forestier (hypothèse 2).....	48
5.1.3	L'implantation des foyers d'habitats se font préférentiellement à proximité des routes des plantations de palmier à huile (hypothèse 3).	50
5.1.4	L'implantation des plantations se font préférentiellement à proximité des routes nationales (hypothèse 4).	51
5.1.5	L'implantation des foyers d'habitats se font préférentiellement à proximité de la plantation de palmier à huile de SAFACAM (hypothèse 5).	51
5.2	Quelques pistes de solutions.....	52
5.3	Limites, suggestions et perspectives	53
CHAPITRE 6 : CONCLUSION.....		54
BIBLIOGRAPHIE.....		55
TABLE DES FIGURES.....		60
TABLE DES TABLEAUX.....		61
ANNEXES.....		62

CHAPITRE 1 : INTRODUCTION

1.1 Contexte et justification de l'étude

Sur le globe, la production d'huile de palme se fait exclusivement sous certaines conditions, dans des zones appelées « **bassins forestiers tropicaux** » (Rival & Levang, 2013). Ces trois bassins sont : le bassin tropical d'Afrique, d'Asie et de l'Amérique du Sud. Ces bassins sont réputés pour être des réservoirs de carbone de la planète au vu des quantités de biomasse qui s'y trouvent. Les forêts situées dans ces bassins tropicaux sont relativement similaires à celles situées dans le bassin boréal. En revanche, les forêts des bassins tempérés ont une capacité de stockage 60 % plus faible que ces derniers (Friedlingstein et al., 2020). Malgré une forte variation spatiale de la biomasse dans les bassins forestiers tropicaux, (Slik et al., 2013) ont réussi à estimer respectivement les quantités de biomasse à 418 ± 109 , 393 ± 109 et 208 ± 105 MgC. ha⁻¹. Le bassin tropical humide d'Afrique peut être considéré comme le plus grand réservoir de biomasse du monde (Loubota Panzou et al., 2016). Dans ces forêts tropicales, la majeure partie des stocks de carbone sont concentrés dans la biomasse (56 %) et très peu dans le sol (32 %). Ainsi, si on considère la biomasse vivante (souterraine et aérienne) les tropiques abritent environ 70 % des stocks mondiaux de carbone de forêt (Santoro et al., 2021).

Malheureusement, ces bassins forestiers sont de plus en plus menacés avec l'augmentation des cultures de palmier à huile. Grâce à ses usages multiples, notamment dans le secteur de l'agro-alimentaire, de la cosmétique, et de l'énergie, l'huile de palme (360 Mt) est l'huile végétale la plus consommée suivi des huiles de soja (288 Mt), de colza (142 Mt) et de tournesol (93 Mt) entre 2017 et 2022 (Statista, 2023).

Afin de répondre à cette demande, le taux de production mondial de cette huile est de plus en plus croissant, créant ainsi des modifications du territoire et des mutations territoriales. Le continent le plus touché par ces modifications et mutations est l'Asie (Indonésie et Malaisie). En effet, cette dernière décennie, l'Indonésie et la Malaisie étant les principaux producteurs d'huile de palme au monde, font face aux pénuries de parcelles cultivables (Mayossa, 2019). Le passage des forêts aux terres agricoles monoculturelles entraîne certes des bénéfices économiques pour ces deux pays, mais engendre aussi des conséquences écologiques et environnementales à l'échelle nationale et mondiale. L'industrie de l'huile de palme est souvent associée à des

problèmes environnementaux et sociaux majeurs, tels que la déforestation, les destructions de la biodiversité, la pollution et les conflits fonciers avec les communautés locales.

Dans le bassin tropical humide d'Afrique, plus précisément le bassin du Congo, un pays se retrouve être le « nouvel eldorado de cette industrie. Il s'agit du Cameroun. En effet, le Cameroun joue un rôle majeur, car il est considéré comme l'un des principaux producteurs d'huile de palme dans le bassin du Congo avec une production annuelle de plus de 300 000 Tonnes en 2020 (FAOSTAT, 2021 ; Mayossa, 2019).

Aux différentes échelles, des solutions pour remédier à ces expansions effrénées de terres agricoles ont été proposées. A l'échelle internationale, nous avons des certifications de durabilité telles que RSPO (Roundtable on Sustainable Palm Oil) qui sont censées aider à réduire l'impact environnemental et social de l'industrie de l'huile de palme tout en garantissant des pratiques durables et éthiques. Toutefois, l'efficacité de ces certifications est souvent remise en question.

A l'échelle nationale, le gouvernement camerounais a mis sur pied, des politiques de gestion foncière telles que le plan de zonage forestier établi depuis 1994 et la gouvernance foncière, pour justement pallier ces multiples problèmes, mais malheureusement ces solutions semblent susciter plus de litiges (Djuidje, 2020). Du fait que le système foncier est géré par l'État, des multinationales et agro - industries ne cessent de convoiter les terres agricoles ce qui plus tard pourrait conduire le pays dans une situation similaire à celle de l'Indonésie ou l'Amazonie faisant ainsi apparaître un grand désastre écologique.

C'est au regard de tout ce qui précède, que ce sujet de recherche s'inscrit, car il vise à examiner le rôle de la politique foncière et des certifications de durabilité dans la production de palmier à huile au Cameroun et à comprendre les limites et les implications de ces réglementations pour le gouvernement, les organisations internationales, les entreprises et les communautés locales impliquées dans cette industrie.

1.2 Problématiques/ questions de recherche

Le Cameroun est considéré comme un pays pauvre et très endetté (PPT), où la majeure partie des revenus de la population provient des activités agricoles. La politique mise en place pour émerger d'ici 2035 reste principalement basée sur l'agriculture. Les petits producteurs ont généralement des parcelles obtenues par héritage et pratiquent des activités pour subvenir à leurs besoins. Les agro- industries, quant à elles ont des rendements à atteindre et investissent dans de plus grandes parcelles. C'est via ces investissements que le pays espère augmenter son

PIB (Produit Intérieur Brut). Toutefois, un dilemme persiste, entre la conservation des forêts ou une croissance économique au détriment de l'environnement et des maux sociétaux. Le plan de zonage forestier serait une solution à ce dilemme, car il permet de fixer les limites du domaine forestier permanent (zonage forestier) et les limites du domaine forestier non permanent (Forêt de production). La certification de durabilité RSPO pourrait aussi être une solution idéale pour ce dilemme.

1.3 Objectifs

L'objectif de cette étude est d'évaluer la dégradation du paysage forestier camerounais par des industrielles éléicole tel que SOCFIN, qui s'avère être le plus grand exploitant de palmeraie au Cameroun. Nous chercherons également à comprendre l'efficacité des politiques nationales telles que le plan de zonage forestier et la gouvernance foncière, ainsi que des certifications de durabilité internationale, dans la promotion d'une agriculture de palmier à huile plus durable au Cameroun.

Cet objectif général sera poursuivi en cinq défis spécifiques :

- En utilisant les images satellitaires, nous allons cartographier les palmeraies de la SOCFIN au Cameroun de 1973 à 2021 ;
- Caractériser et évaluer les modifications spatio-temporelles qu'ont subies les couverts forestiers camerounais dues à l'activité de palmeraies à huile ;
- Analyser les différentes politiques mises en place par le gouvernement camerounais et la société SOCFIN, pour résoudre les différents conflits environnementaux engendrés par la culture de palmier à huile ;
- Sur base de ce qui précède, construire ou proposer des solutions qui pourraient rendre cette activité durable.

1.4 Question de recherche

Les préoccupations autour de l'industrie de palmier à huile nous ont conduits à la question suivante : Comment le plan de zonage forestier, la gouvernance foncière et les certifications de durabilité telles que RSPO ont-ils influencé la promotion d'huiles de palme durables au Cameroun entre 1973 et 2021, et quelles en sont leurs limites ?

1.5 Les hypothèses

Pour mener à bien cette question de recherche, nous allons tester des hypothèses suivantes :

1. La fragmentation du paysage est plus sévère à l'intérieur des plantations qu'à l'extérieur des plantations.
2. Les politiques foncières du Cameroun notamment le plan de zonage forestier, la gouvernance foncière et la certification RSPO, freinent la dégradation du couvert forestier.
3. L'implantation des foyers d'habitats se font préférentiellement à proximité des routes des plantations de palmier à huile.
4. L'implantation des plantations se font préférentiellement à proximité des routes nationales.
5. L'implantation des foyers d'habitats se font préférentiellement à proximité de la plantation de palmier à huile SAFACAM.

1.6 Structure du mémoire

Le travail s'articulera autour de six chapitres. Elle comprendra, l'introduction générale au chapitre 1, puis la revue de littérature au chapitre 2. Au chapitre 3, nous présenterons la zone d'étude, les matériaux et les méthodes utilisés pour répondre à notre problématique. Puis, au chapitre 4, nous présenterons les résultats de la recherche, qu'elles soient quantitatives ou qualitatives. Dans l'optique de montrer l'ampleur de l'activité d'huile de palme, des représentations spatio-temporelles via des cartes, diagrammes et schémas etc... seront nécessaires pour avoir une meilleure compréhension du sujet. Le chapitre 5 sera constitué d'une discussion et des perspectives. Le chapitre 6 sera constitué de la conclusion.

CHAPITRE 2 : REVUE DE LA LITERATURE

Ce chapitre est subdivisé en cinq sections. La première section traite l'historique de la culture de palmier à huile dans un aspect plus général du sujet, afin d'avoir les bases et les fondements solides pour pouvoir décrire et caractériser l'impact de cette industrie sur différents secteurs et à différentes échelles.

2.1 L'historique de la culture de palmier à huile au Cameroun.

2.1.1 La culture de palmier à huile

Les espèces de palmier à huile les plus répandues sont celles du genre *Elaeis*. *Elaeis Guineensis* est originaire d'Afrique et trouve vraisemblablement son foyer le long du golfe de Guinée. *Elaeis oleifera* quant à lui est originaire d'Amérique ayant son foyer localisé dans le nord de l'Amérique du Sud (Mensah, 1999).

Son nom scientifique *Elaeis Guineensis*, fait référence à l'olivier en grec ancien « Elaia », en raison de ses fruits riches en huile. Cette espèce est la plus répandue dans le monde. Depuis toujours, il a été utilisé dans l'économie de cueillette, principalement pour l'alimentation en Afrique tropical. Au XVI^e siècle, il a été introduit en Amérique du Sud, puis au XX^{ème} siècle en Asie d'abords à Sumatra (Indonésie), avant de se développer rapidement en Malaisie à partir des années 1960 (CIRAD, 2022 ; Mayossa, 2019). Entre 2022 et 2023, la production mondiale d'huile de palme était d'environ 79 millions de tonnes. L'Indonésie (59 %) et la Malaisie (24 %) ont produit près de 83 % de la production mondiale d'huile de palme. La Thaïlande est certes le troisième producteur mondial (4 %), mais elle a un pourcentage avoisinant celui des principaux pays producteurs d'huile de palmes en Afrique tels que le Nigeria (2 %), Côte d'Ivoire (1 %), Cameroun (1 %) (CIRAD, 2022; USDA, 2023).

Ces dernières décennies, la production et la consommation d'huile de palme dans le monde n'ont cessé d'augmenter au point d'atteindre une « consommation record » en 2022 (Voituriez, 2022). En effet, c'est l'huile végétale la plus consommée dans le monde devant les huiles de soja, de colza et de tournesol (figure 1). Les principaux importateurs de cette huile végétale sont, l'Inde, l'Union Européenne et la Chine (Figure 1). La quantité d'huile de palme importée dans le monde, est passée d'environ 42 millions de tonnes en 2021 à environ 49 millions de tonnes en 2022 (USDA, 2023).

Les produits de consommation dérivés de ces industries sont multiples et variés (figure 1).

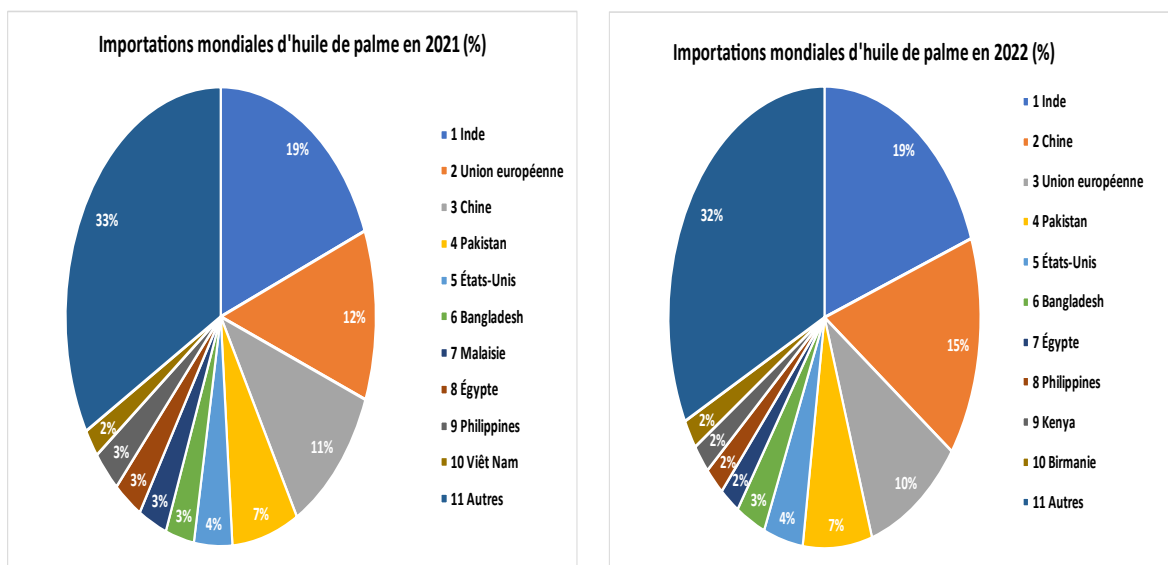


Figure 1: a) Pourcentage des importations mondiales d'huile de palme en 2021 en (%). Source (USDA, 2022) modifié
 Pourcentage des importations mondiales d'huile de palme en 2022 en (%). Source (USDA, 2022) modifié.

Dans le monde, l'huile de palme est utilisée à 80 % par l'industrie agro- alimentaire et à 24 % par le biocarburant, l'industrie cosmétique et l'industrie chimique. Environ 80 % de la consommation d'huile de palme dans les pays industrialisés, sont utilisées pour l'industrie agroalimentaire sous forme de produits ultra transformés tandis que les 20 % restants sont utilisés pour le chauffage et l'électricité.

Dans les pays peu industrialisés comme en Afrique et en Amérique latine, son utilisation reste axée dans l'industrie agroalimentaire, en revanche elle est consommée sous sa forme liquide appelée « huile de palme rouge ». Son usage dans l'industrie cosmétique y est aussi représenté aussi bien à grande qu'à petite échelle.

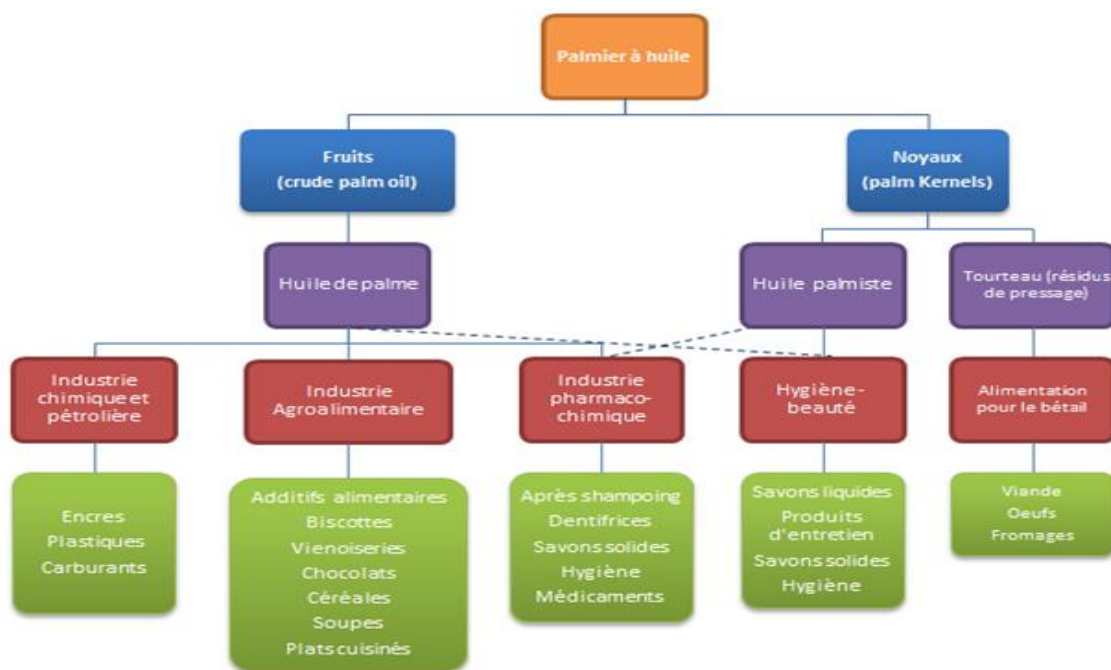


Figure 2: Produits dérivés du palmier à huile et leurs usages. SOURCE (Paquet, 2012).

L'économie mondiale étant régie par la loi de l'offre et la demande, jouer sur ces deux piliers permet d'augmenter positivement ou négativement la production et la consommation de l'huile de palme. En effet, les échanges mondiaux ayant été mis en arrêt entre 2019 et 2020, l'extension des parcelles de palmeraies ont été significativement en arrêt par rapport à une période ordinaire. Mais cet arrêt n'a été que de courte durée, car après 2021, la demande n'a cessé de croître et ceci plus rapidement qu'avant le COVID-19 (Sarah & Billal, 2022). Une « demande » supérieure à « l'offre » entraîne donc inévitablement une extension des parcelles allouées à l'agriculture ainsi qu'une forte augmentation de l'utilisation d'engrais et de pesticides pour améliorer le rendement. Même s'il est connu que la production de denrées alimentaires primaires entraîne une augmentation du PIB des pays producteurs, elle s'accompagne le plus souvent des désastres environnementaux et des conflits socio-démographiques (Djuidje, 2020; Mayossa, 2019).

Bien que le palmier à huile peut-être produit aussi bien par des grandes firmes agro-alimentaire que par des petits producteurs indépendants (Rival & Levang, 2013), son aire de répartition géographique elle, est bien délimitée. Le palmier à huile requiert surtout une constance et une abondance dans des conditions pédoclimatiques telles que l'eau, l'humidité et la lumière du soleil. (Barral, 2017 ; CIRAD, 2022). L'intégralité des conditions qu'il faut remplir pour pouvoir produire des palmiers à huile se trouve dans le tableau 1 :

Tableau 1: conditions pédoclimatiques pour le développement du palmier à huile (source : (CIRAD, 2022; Mayossa, 2019; Ndjogui et al., 2014; Nkongho, 2015).

Paramètres	Conditions favorables
Zones favorable	Entre 10° Sud et 10° Nord
Altitude	Basse, idéalement inférieurs à 500 m
Sol	Profond/meuble /poreux / riche
Insolation	1000 à 2000 heures / an
Température (t)	$28^{\circ}\text{C} \leq t_{\text{max}} \leq 33^{\circ}\text{C}$ et $t_{\text{min}} > 18^{\circ}\text{C}$
Amplitude thermique	Faible
Pluviométries (p)	$1800\text{ mm} \leq p \leq 2400\text{ mm}$ /an
Pente	Faible, $< 12^{\circ}$
Humidité relative	75 à 80 %

Les zones qui remplissent ces conditions énoncées au Tableau 1 sont dites zones favorables à la culture du palmier à huile et sont représentées sur la figure 3 ;

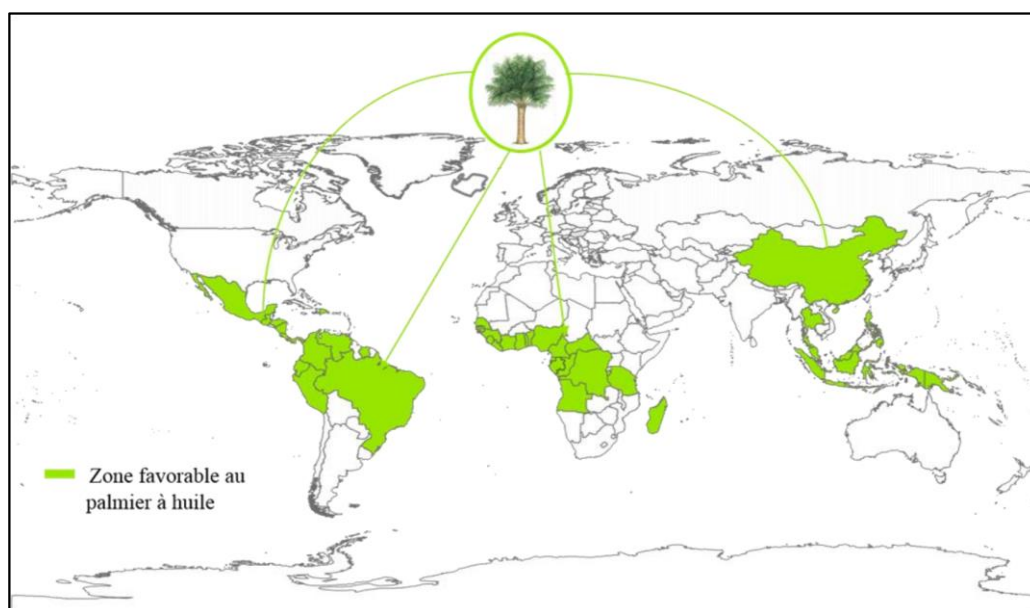


Figure 3 : Aires de répartition des zones favorables à l'agriculture de palmier à huile dans le monde en 2017. (Mayossa, 2019).

2.1.2 La culture de palmier à huile au Cameroun.

Sous l'administration coloniale allemande, les premières plantations industrielles d'huile de palme furent établies en 1907 dans les plaines côtières entourant le mont Cameroun (Sud - Ouest actuel) et Edéa. Ces plantations ont ensuite été développées jusqu'en 1960 sous le régime Franco – Anglais notamment à travers la création de la PAMOL en 1928 par le groupe Unilever et la

« Cameroon Development Corporation » (CDC) en 1947. Pendant cette période, la production de palme atteignait environ 24 500 tonnes pour une superficie de 58 860 hectares (Ndjogui et al., 2014; Rival & Levang, 2013).

Après son indépendance le 1^{er} janvier 1960, le gouvernement camerounais prend la gestion de l'industrie de palmier à huile et crée la société les palmeraies camerounaises qui deviendra plus tard la SOCAPALM. Avec la demande de plus en plus croissante ainsi que la rentabilité de l'activité en termes de devises et d'emplois, le MINADER (ministère de l'agriculture et du développement Rural) met sur pied une politique d'accroissement des investissements dans l'agro-alimentaire qui passe par la création des entreprises publiques afin de combler les demandes domestiques et puis par la suite celles de la sous-région (Mayossa, 2019; Ndjogui et al., 2014; Nkongho, 2015).

Actuellement, les activités autour de cette culture continuent de subir plusieurs modifications. En effet, la superficie allouée à la culture de palmier à huile à l'échelle du pays avoisine 420 000 hectares en 2020 pour une production annuelle d'environ 300 000 tonnes (Mayossa, 2019; Voituriez, 2022).

Au Cameroun, la culture de palmier à huile se fait via deux types de plantations : Les grandes plantations industrielles qui sont souvent détenues par des sociétés agro- industrielles, nationales ou étrangères et qui exploitent de vastes étendues de terre ; les petites exploitations familiales quant à elles sont gérées par des agriculteurs locaux qui constituent une part importante de la production d'huile de palme (Djuidje, 2020; Mayossa, 2019; Ndjogui et al., 2014; Nkongho, 2015). Ces agriculteurs sont fortement concentrés autour de la ceinture élæicole du Cameroun, où la production à l'hectare y est maximale. Il s'agit des domaines forestiers de la région du Sud – Ouest, de la région du Littoral et une partie dans la région de Sud et du Centre Cameroun. On y observe aussi à proximité de cette ceinture élæicole du Cameroun, des zones de développement diffus de palmier à huile réparties de manière mosaïque dans les régions du Centre, de l'Est, du Sud, de l'ouest, du Nord-ouest et du Sud de l'Adamaoua. Ces aires de prédilection de palmier à huile sont représentées sur la figure 4.

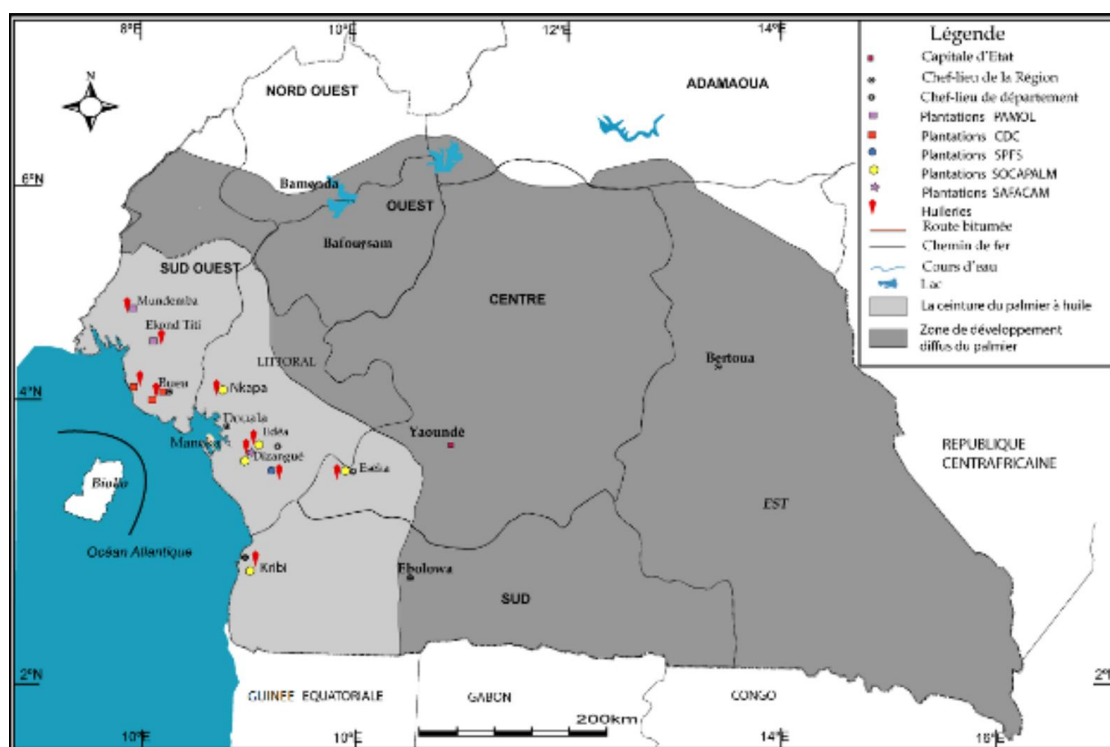


Figure 4: Aires de répartition des zones favorables à l'agriculture de palmier à huile au Cameroun. Source : ((Ndjogui et al., 2014), INC, 2007).

2.1.3 Dégradation du couvert forestier et l'industrie de palmier à huile au Cameroun.

On confond souvent le terme « déforestation » et « dégradation », pourtant il existe une petite nuance. La déforestation fait référence à la perte de superficie forestière au profit d'autres utilisations des terres, ainsi qu'à une réduction significative de la couverture forestière. Elle se différencie de la dégradation forestière, qui correspond à l'altération des qualités de la forêt, comme par exemple, la biodiversité ou les services écosystémiques (WWF, 2020).

Dans ce sens, la dégradation du couvert forestier a une connotation plus négative que positive. En effet, dans la majeure partie des cas, elle s'accompagne d'une altération du couvert forestier arboré, dont les causes de ces perturbateurs varient en fonction de l'ampleur, la qualité, l'origine et la fréquence (Decrouy, 2023; Mayossa, 2019; WWF, 2020).

D'après Djuidje (2020), les principales causes de la déforestation et de la dégradation du couvert forestier au Cameroun restent les activités agricoles et la collecte de bois de feu et de services, principalement autour des villes et des zones rurales densément peuplées.

L'expansion des plantations de palmier à huile au Cameroun a très souvent été critiquée pour avoir détruit d'anciennes forêts tropicales et menacé les moyens de subsistance des groupes autochtones locaux (Gerber, 2008; Ordway et al., 2017).

Les sociétés agro-alimentaires de l'industrie de palme installées au Cameroun sont gérées soit par des structures privées, soit par les sociétés de l'état. Ce sont respectivement la SOCAPALM (32 733 ha), la SAFACAM (5 345 ha), la SPFS (3 723 ha) pour les sociétés privées et la CDC (12 670 ha) et la PAMOL (4 870 ha) pour les sociétés publiques (Gerber, 2008; Mayossa, 2019; Ndjogui et al., 2014). Elles sont pour nombre d'entre elles installées sur la ceinture élœicole du Cameroun (figure 4).

2.2 L'histoire des politiques foncières et forestières au Cameroun

2.2.1 Quelques définitions

Les politiques foncières, se définissent comme étant le fruit d'un arbitrage entre différents usages du sol et différents intérêts pour définir une affectation « optimale ». Elles poursuivent généralement un ou plusieurs objectifs propres, notamment : intervenir sur la répartition des terres ; Définir les droits fonciers et les sécuriser, mettre en place des structures chargées de reconnaître ces droits et d'arbitrer les conflits ; Protéger et gérer les ressources naturelles (Rapport Final Evaluation de la gouvernance foncière au Cameroun, 2020).

La gouvernance quant à elle, désigne les règles, les processus et les comportements qui influent sur l'exercice des pouvoirs, particulièrement du point de vue de l'ouverture, de la participation, de la responsabilité et de la cohérence des politiques de développement. Elle renvoie à un ensemble de principes qui sont intimement liés les uns aux autres (Rapport Final Evaluation de la gouvernance foncière au Cameroun, 2020)

La concession, c'est une procédure par laquelle l'État attribue une portion du domaine national de deuxième catégorie à une personne physique ou morale aux fins d'exploitation selon un cahier de charges défini (Rapport Final Evaluation de la gouvernance foncière au Cameroun, 2020).

Au Cameroun, les politiques foncières, forestières ainsi que les réformes agraires sont généralement regroupées en trois périodes à savoir : la période précoloniale, coloniale et post-coloniale.

2.2.2 La politique foncière du Cameroun

Durant la période précoloniale, les terres camerounaises n'avaient pas une simple portée utilitaire ou usuelle ; elles avaient une valeur religieuse, et une dimension sacrée incontestable.

Le foncier était alors géré traditionnellement par les chefs des villages c'est-à-dire sous le régime coutumier (Bendegue, 2018).

C'est durant la période Post – Coloniale que des traces écrites sur l'histoire du politique foncier au Cameroun remontent dans les années 1970, avec la promulgation d'une législation nationale régissant la terre et les autres ressources naturelles. Le régime foncier devient donc dès lors basé sur l'enregistrement des terres qui doivent être enregistrées et titrées pour conserver leurs caractères de terres privées. Les moyens d'acquisition de ces terres ont été l'achat, la location, l'emprunt, l'héritage ou l'allocation par les chefs traditionnels (Essougong & Teguia, 2019; Fonjong et al., 2010).

Afin d'encourager les investissements commerciaux dans le secteur des terres, de l'eau, des forêts et des mines, le gouvernement camerounais adopte la loi foncière primaire arrêté sous ordonnance n° 74 – 1 du 6 juillet 1974, traitant des règles foncières à la suite de l'unification du pays en 1972. Il s'en est suivi une loi complémentaire à la précédente sous l'ordonnance n° 74 – 2 du 6 juillet 1974 traitant de la gouvernance du territoire domanial (Djame, 2018; Essougong & Teguia, 2019; Fonjong et al., 2010; Nonga, 2018).

En effet, cette loi a réussi à attirer des investisseurs du secteur agro -alimentaire, minier, forestier etc. qui avaient besoin de plus de 1000 ha pour implanter leurs activités. Le système de concession des terres a initialement été mis sur pied pour une durée de 5 ans afin de faciliter l'implantation de ces structures, mais aussi pour pouvoir réglementer et gérer de manière durable les ressources naturelles du pays (Djame, 2018; Nonga, 2018; Rapport Final Evaluation de la gouvernance foncière au Cameroun, 2020).

Cette loi foncière de 1974, montrait une volonté réelle du pays à établir des cadres politiques, juridiques et institutionnels pour une gouvernance foncière plus durable au service du développement. (Nonga, 2018 ; Rapport Final Evaluation de la gouvernance foncière au Cameroun, 2020).

Depuis la réforme post - coloniale, la gouvernance foncière est essentiellement contrôlée par la logique du contrôle de l'État. Cette gouvernance foncière est restée inchangée au fil des années. Ses implications sur la sécurité foncière restent toujours aussi ambiguës lorsqu'elle rencontre la vertu du droit coutumier, car le droit camerounais ne reconnaît pas les droits collectifs et coutumiers. On observe ainsi des impacts négatifs sur les droits des communautés autochtones (Bendegue, 2018; Nonga, 2018; Rapport Final Evaluation de la gouvernance foncière au Cameroun, 2020).

2.2.3 Politiques forestières du Cameroun

Tout comme la politique foncière, la politique forestière du Cameroun avant la période coloniale était respectivement gérée par des lois émanant du droit coutumier avec pour représentants les chefs traditionnels des cantons. Les populations autochtones exerçaient en plein droit sur les ressources naturelles et forestières du pays (Bendegue, 2018; Djame, 2018; Djuidje, 2020).

Pendant la période coloniale, les forêts du pays étaient gérées de 1884 à 1916 par les colons allemands qui ont mis fin au pouvoir coutumier. La politique forestière allemande exploitait les ressources forestières pour leurs profits tout en excluant les populations locales (Djuidje, 2020)

Après le départ des Allemands après la deuxième guerre mondiale, le Cameroun fut divisé en deux parties : la partie anglophone administrée par les Britanniques de 1916 à 1961 et la partie francophone administrée par les Français de 1916 à 1961. Durant toutes ces périodes coloniales, la politique forestière est restée malgré tout sous le contrôle de l'État sur l'ensemble du territoire même si ce droit quelquefois était remis en question par les colons qui privilégiaient les bénéfices économiques du pays au détriment des maux socio-environnementaux (Djame, 2018; Djuidje, 2020).

Après la période post - coloniale, le gouvernement camerounais a réévalué les politiques forestières en 1973 et 1981. Elle avait pour but de décentraliser les politiques à l'échelle communale, afin de permettre aux populations locales de pouvoir se fournir en besoin primaire sur les terres forestières nationales exception faite des zones protégées (Djuidje, 2020).

N'ayant pas prévu les tragédies liées aux biens communautaires mises à la disposition des populations locales, l'État essaie de réglementer le secteur forestier et adopte la loi forestière de 1994 ; cette loi est implémentée par le plan de zonage forestier qui est en réalité un outil de planification, d'orientation et d'exploitation des ressources naturelles à l'intérieur des zones délimitées (Djame, 2018; Djuidje, 2020; Nonga, 2018).

Afin de mieux préserver les ressources forestières à travers l'aménagement des zones protégées, la loi de 1994 a repartie le domaine forestier national en deux : le domaine forestier permanent et le domaine non permanent. Le premier est constitué exclusivement des zones protégées et le second est mixte c'est-à-dire constitué à la fois de zones protégées et non protégées. (Figure 5).

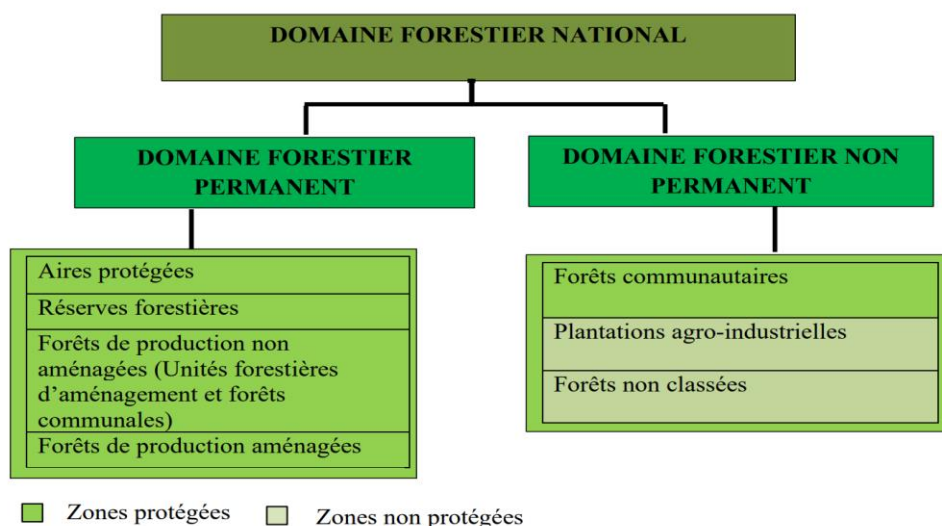


Figure 5: schéma d'implémentation du zonage forestier camerounais d'après la loi forestière de 1994 (Djuidje, 2020).

Malgré la mise en place de cet outil de planification, la dégradation du couvert forestier ainsi que des conflits de terres sont toujours récurrents au Cameroun. Ce qui montre les faiblesses du plan de zonage forestier. Une des raisons est que les principaux acteurs responsables de la gestion des forêts nationales (MINFOF, MINADER, MINEPAT) ne se concertent généralement pas lors des prises de décision (Djuidje, 2020; Rapport Final Evaluation de la gouvernance foncière au Cameroun, 2020).

Plusieurs autres limites du plan de zonage ont été établies par (Djame, 2018; Fonjong et al., 2010; Nonga, 2018; Rapport Final Evaluation de la gouvernance foncière au Cameroun, 2020) et les zones qui subissent cette loi sont les forêts du domaine non permanent. En effet, ces zones subissent des fortes déforestations aussi bien des activités des agro-industriels que de celles des populations locales.

2.3 Les politiques durables et responsables

Le concept du développement durable a émergé au début du XXème siècle, avec l'idée de concilier la production des richesses, la réduction des inégalités et la préservation de l'environnement à long terme. La conférence de Rio en 1992 a marqué une étape importante dans la médiatisation du développement durable et a incité les pays à adopter des politiques visant à atteindre ces objectifs (Do, 2018).

Les politiques durables et responsables, telles que les certifications sont des instruments politiques qui visent à vérifier si les industries agro-alimentaires respectent leurs obligations en termes de production d'aliments sains et de bonne qualité (Do, 2018).

Dans le contexte d'huile de palme, la certification la plus connue est celle de la « Roundtable on Sustainable Palm Oil (RSPO) », créée en 2004 ; elle vise à réduire et à promouvoir des pratiques de production responsables, réduire la déforestation, préserver la biodiversité et garantir le respect des droits des communautés locales dans les pays producteurs. Cette production responsable, se matérialise par exemple, par la protection des forêts primaires des tropiques, la protection des zones à haute valeur de conservation (HVC) (Do, 2018 ; RSPO, 2023). Mais un réel défi persiste, c'est celui de pouvoir tracer l'intégralité des chaînes d'approvisionnement des aliments, car elle se complexifie à cause de la mondialisation (Piette, 2022). Au fil du temps, d'autres certifications ont vu le jour et sont repris dans la figure 6 :



Figure 6: ligne de temps des labels d'huile de palme (Do, 2018).

Installée dans plusieurs régions productrices, telles que l'Asie, l'Amérique latine et en Afrique, la RSPO est très souvent critiquée quant à son efficacité et son impact réel sur le terrain. Notamment au niveau structurel car, dans sa gouvernance, elle ne prône pas l'égalité entre les parties prenantes et semble accorder plus d'importance aux grandes firmes agro-industrielles comme Unilever, Ferrero et bien d'autres. Ces dernières sont impliquées dans l'élaboration des normes de certification car, elles considèrent que les consommateurs ne sont pas disposés à payer des coûts supplémentaires pour une huile durable. On s'interroge donc sur la fiabilité de cette certification lorsqu'elle dit répondre à des normes mondiales, mais que dans la réalité ces

normes et les standards sont prédéfinis par les firmes et producteurs au détriment du consommateur et quelques fois de l'environnement (Do, 2018; Nikoloyuk & Burns, 2010).

En gros, procéder à une certification RSPO ne garantit pas toujours que le producteur a produit sans déforestation. En effet, la filiale Sinar Mas en Papouasie et Surya Mining Jaya à Bornéo sont pourtant certifiées RSPO, mais continuent de déforester pour produire l'huile de palme. En Colombie, au Cameroun et partout ailleurs on assiste à des conflits entre les communautés rurales ; les droits des indigènes sont de plus en plus bafoués par certains acteurs du secteur de l'huile de palme pourtant certifiée RSPO. Les populations locales revendiquent le plus souvent leurs droits et les firmes elles, sollicitent les intérêts économiques. Selon Do (2018), dans ce cas précis, la RSPO a été en faveur de l'intérêt économique au détriment de la durabilité, et de l'environnement.

2.4 Utilisation de la télédétection pour la surveillance des palmiers à huiles

La surveillance de palmier à huile revêt une grande importance pour évaluer leurs expansions, leurs états de santé et leurs impacts environnementaux. La télédétection offre des possibilités alléchantes pour une surveillance efficace et à grande échelle de ces plantations. Les approches traditionnelles basées sur les relevés de terrain s'avèrent coûteuses en termes de temps, de ressources financières et de couverture spatiale.

Pour remédier à ces contraintes, différentes technologies de télédétection ont été développées pour la surveillance des palmiers à huile. Parmi celles-ci, on trouve les images optiques, les images radars et les images LIDARS. Chacune de ces technologies présente des avantages et des inconvénients spécifiques (Mayossa, 2019).

L'imagerie optique utilise le rayonnement électromagnétique du soleil dans différentes bandes spectrales pour identifier et cartographier les palmeraies, y compris les palmiers à huile. Les bandes spectrales caractéristiques sont analysées et converties en indices de végétation pour obtenir des indices spectraux permettant de distinguer le palmier à huile des autres plantes. Ces informations sont ensuite utilisées pour cartographier précisément les palmeraies en classant l'occupation du sol en fonction des informations spectrales de chaque pixel (classification par pixel) ou en prenant en compte les informations spatiales de l'objet (classification orientée objet). La précision des résultats dépend de l'algorithme utilisé. Les images optiques ont une grande étendue géographique et une bonne résolution spectrale, mais elles présentent généralement des résolutions spatiales plus faibles.

Différentes méthodes de classification telles que la machine à vecteur de support (MVS), la méthode de K-means et la méthode de l'arbre de décision ont souvent été utilisées. Les résultats ont montré que la MVS et la méthode de K-means avaient des performances idéales, avec des taux de précision allant de 86 % à 92 % et des indices de Kappa 0,76 à 0,85, en fonction de la taille de l'échantillon d'apprentissage. Cependant, la méthode de classification par l'arbre de décision s'est révélée plus performante que les autres, offrant une approche simple et robuste pour la cartographie des plantations de palmiers à huile (Li et al., 2015).

Dans une autre étude menée par Mayossa (2019) dans le bassin de Kribi-douala, les images satellitaires Landsat (MSS, 4-TM, 7-TM⁺) et sentinelles - 2 ont été utilisées. Les méthodes de classification non supervisées basées sur l'analyse de données itératives auto-organisées (ISODATA) et la classification supervisée par segmentation spatiale ont été employées pour caractériser la dégradation du couvert forestier due aux plantations de palmier à huile entre 1973 à 2017. Les cartes obtenues de cette étude ont montré une bonne précision et des indices de Kappa respectivement compris entre 0,61 et 0,8 et entre 0,81 et 1.

Cette étude démontre l'efficacité de l'utilisation de la télédétection pour surveiller les plantations de palmier à huile, en fournissant des informations précieuses sur leurs expansions et leurs impacts environnementaux. Cependant, des efforts supplémentaires sont nécessaires pour surmonter les limitations et relever les défis liés à la résolution spatio-temporelle. Certes, les données utilisées et les méthodes de traitement varient d'une étude à l'autre, leur complémentarité s'avérerait être une aubaine pour les études du mode d'occupation du sol.

CHAPITRE 3 : SITES D'ETUDES ET METHODOLOGIES

Le présent chapitre définit le cadre naturel du secteur d'étude ainsi que le matériel et les méthodes utilisés pour atteindre nos objectifs. Il communique des informations d'ordre général sur la localité dans laquelle se trouve le site soumis à l'étude. Il localise l'espace géographique et énonce les différents matériaux et méthodes utilisés pour atteindre nos objectifs.

3.1 Présentation de la zone d'étude

3.1.1 Cadre géographique

La zone d'étude est située sur le bassin de Douala, dans la région du littoral au Cameroun. C'est la principale région productrice d'huile de palme au Cameroun. Au niveau départemental, elle appartient à la Sanaga-maritime et dans l'arrondissement de Dizangué. Elle est en partie située en bordure côtière. La zone comprend deux des sept grandes plantations industrielles de palmiers à huile de la multinationale suisse SOCFIN à savoir l'actuelle plantation SOCAPALM de Mbongo (66,62 km²) et l'actuelle plantation SAFACAM (97,24 km²), certifiées par la RSPO en 2021, ainsi que le réseau de petits exploitants qui les entourent (figure 7). Les extensions futures de ces plantations ont respectivement 146,44 Km² et 184,56 Km² de superficie. La superficie totale de la zone d'étude est de 1035,19 Km² à laquelle il faut retrancher 30,36 Km² correspondant aux zones classées « No Data » à cause de la nébulosité du site. Ce qui revient alors à avoir une superficie finale de 1004,82 Km².

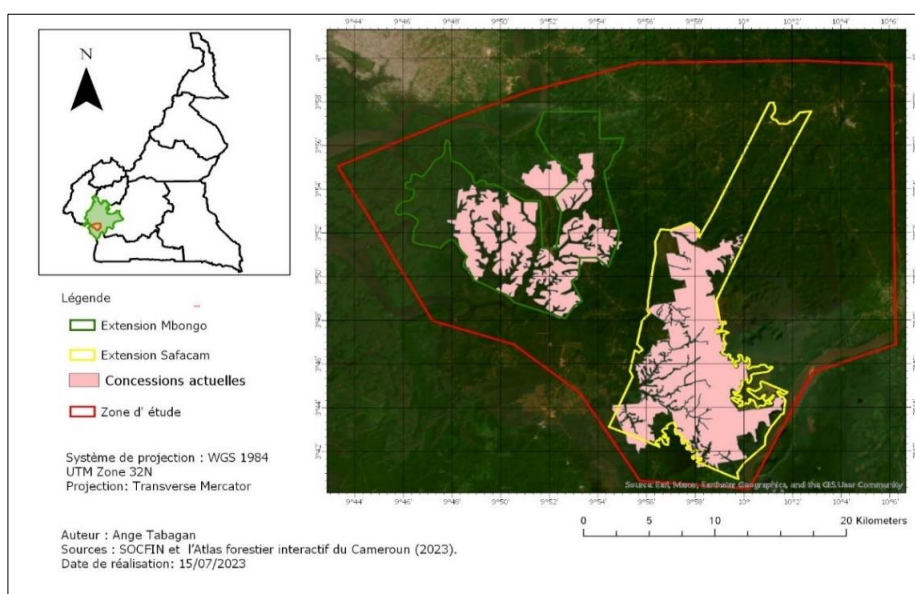


Figure 7: présentation de la zone d'étude.

Les variations climatiques jouent un rôle déterminant sur la disparité des sols, la répartition de la végétation et l'irrigation du pays (Mayossa, 2019). Deux grands domaines caractérisent le climat camerounais, à savoir le domaine équatorial et le domaine tropical. Dans la zone d'étude, c'est le climat équatorial du type Camerounéen qui règne. La végétation dominante est celle des forêts ombrophiles et mangroves. Les réserves forestières de la région contiennent des terres forestières primaires fragmentées dans une mosaïque de plantation de palmier à huile.

Dans le contexte agroécologique, elle est située dans la Zone forestière dense et humide à pluviométrie monomodale, avec des sols d'origine volcanique et des sédiments rocheux le long des côtes et est le siège des grandes exploitations de palmier à huile, d'hévéas, de café, de bananes etc (figure 8).

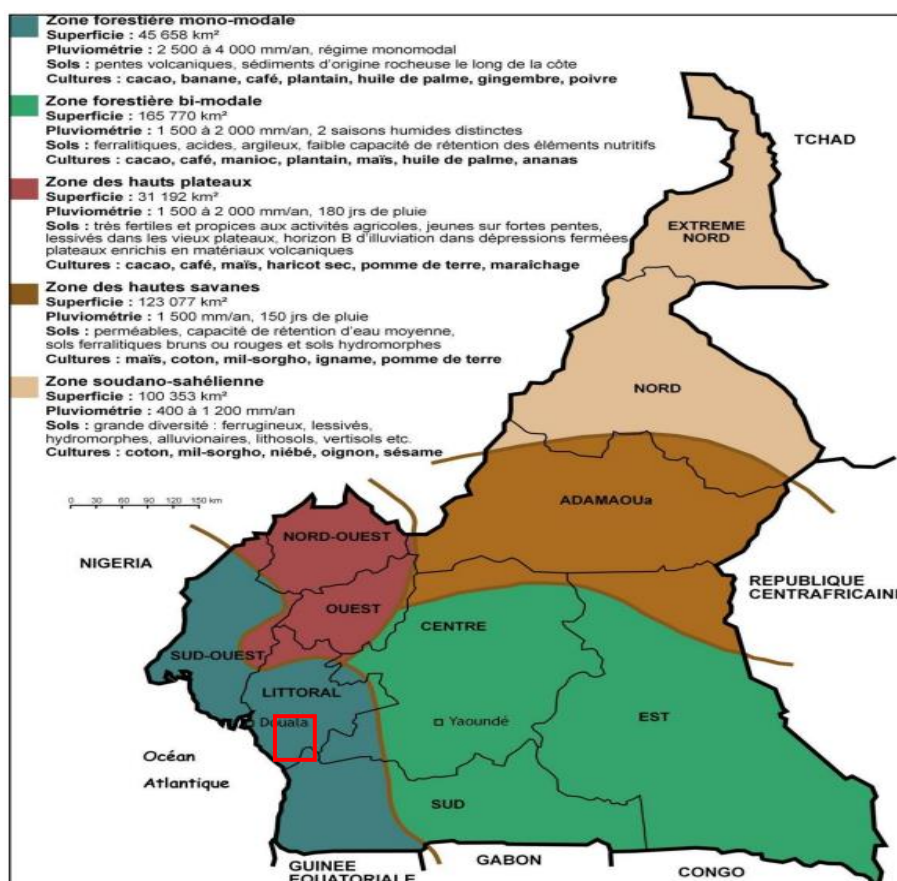


Figure 8 : zones Agro-écologique du Cameroun avec notre zone d'étude en rouge. Source IRAD (2000).

3.1.2 Caractéristiques socio – économiques de la zone d'étude

Comme dans de nombreux pays africains, la croissance économique et la croissance démographique rapide entraînent une modification anarchique et non structurée du territoire ; la zone d'étude est majoritairement représentée par les plantations agricoles, des zones humides (mangroves) et très peu d'habitations. La densité de population est d'environ 5 hab/Km² au sein

des cantons, mais varie considérablement lorsqu'on se rapproche des grandes villes urbaines voisines telles que Douala au Nord ou Edéa à l'Est au point d'atteindre 132 hab/Km² (worldpop, 2021).

L'économie de la région repose majoritairement sur l'agriculture, la chasse et la pêche.

Sur le plan agricole, les populations pratiquent certes l'agriculture de subsistance sur les petites parcelles familiales, mais elles dépendent fortement des plantations agro-alimentaires installées dans le département. En effet, la plupart des habitants actifs de la région, travaillent dans le secteur agricole et se font employer aussi bien par la multinationale SOCFIN, que par les exploitants de petites usines de transformation de l'huile de palme à petite échelle (Elong, 2003; Gerber, 2008; Nkongho, 2015).

3.2 Collecte de données

La collecte de données, vise à obtenir des informations nécessaires pour répondre à notre problématique. Dans le cadre de ce mémoire, nous avons mis sur pied une méthodologie pour collecter les données pertinentes. Nous avons mobilisé différentes sources, telles que les documents officiels, des études scientifiques et des rapports de base de données spécialisés (tableaux 2 et 3). Nous avons également utilisé des outils de télédétection et des systèmes d'informations géographiques pour obtenir des données spatiales précises.

3.2.1 Choix des données

3.2.1.1 Données de télédétection

Nous avons choisi de travailler sur les images optiques du type Landsat MSS et TM dans notre étude, dans l'optique de rester dans la gamme de données Landsat et de ne faire varier que les capteurs. Malheureusement nous avons dès le début été confrontés au problème de données manquantes dues à la nébulosité et les bruits présents sur les images, car il n'existait pas sur le site USGS Earth Explorer, des images avec moins de 15 % de nuages ; ce qui a limité le nombre d'images dans l'intervalle de temps analysé. Par exemple, il n'y a pas de données utilisables entre 1985 et 1994 pour évaluer le changement juste « Avant l'adoption de la loi de 1994 ». Ou encore il manquait des images plus récentes, après décembre 2021.

Les plantations de Mbongo et SAFACAM ont respectivement été créées en 1969 et 1973 ; puis elles ont toutes les deux été certifiées RSPO en 2021. L'étendue temporelle de notre étude va du 01/02/1975 au 21/12/2021.

Les images satellites utilisées sont des données libres d'accès téléchargées sur le site de la NASA, [Earth Explorer](#). Il s'agit des images Landsat 1 (MSS) de 1973 et Landsat 8 OLI/TIRS de 2021. Leurs caractéristiques spectrales sont représentées dans les tableaux 2 et 3 respectivement :

Tableau 2: caractéristiques de l'image Landsat 1 MSS de 1973.

Bandes spectrales	Résolution en (m)	Résolution temporelle (jr)	Nébulosité (%)	Longueurs d'onde (μm)	Systèmes de coordonnées de référence	Code des scènes
B4 = Vert	60	18	<10	0,5 – 0,6	UTM WGS84 ZONE 32N	Wrs path = 200 Wrs row = 057
B5=Rouge				0,6 - 0,7		
B6 = PIR 1				0,7 – 0,8		
B7 = PIR 2				0,8 – 1,1		

Tableau 3 : caractéristiques de l'image Landsat 8 OLI/TIRS de 2021.

Bandes spectrales	Résolution (m)	Résolution temporelle (jr)	Nébulosité (%)	Longueurs d'onde (μm)	Systèmes de coordonnées de référence	Code des scènes
Bandes 1= Aérosol	30	16	<30	0,433 – 0,453	UTM WGS84 ZONE 32N	Wrs path = 186 Wrs row = 057
B2 = Bleu	30			0,450 - 0,515		
B3 = Vert	30			0,525 – 0,600		
B4=Rouge	30			0,630 – 0,680		
B5 = PIR 1	30			0,845 -0,885		
B6 = SWIR	30			1,560 -1,660		
B7 = SWIR	30			2,100 -2,300		
B8=Panchromatique	15			0,500 -0,680		
B9 = Cirrus	30			1,360 -1,390		
B10 = infrarouge à courte longueur d'onde	100			10,30 -11,30		
B11 = infrarouge à Longueur onde	100			11,50 -12,50		

3.2.1.2 Les données de référence

La vérification des cartographies produites nécessite des données de terrain, telles que des observations sur le terrain, des publications, des cartes, des photographies aériennes et des connaissances d'experts sur la zone d'étude. Malheureusement, en raison de problèmes administratifs et du climat politique du pays, nous n'avons pas pu effectuer de mission de collecte de données sur le terrain, ce qui aurait inclut des relevés géographiques et des enquêtes socio-économiques auprès des communautés locales de notre zone d'étude.

Cependant, nous avons élaboré une base de données comprenant 72 points de référence. Cette base de données est le résultat de nos propres connaissances du terrain, ainsi que des données disponibles sur l'organisation spatiale, les limites de la palmeraie et l'occupation du sol de 1973 à 2021 (figure 7). Les classes d'occupation du sol de ces données de référence ont été recueillies à partir de Google Earth pro et <https://carpe.umd.edu/carpemaps/>.

3.2.2 Données des politiques forestières et foncières

3.2.2.1 Zonage forestier

Dans le cadre de notre étude, nous avons utilisé différentes sources de données pour analyser la répartition des zones protégées et non protégées selon le plan de zonage forestier. Les jeux de données correspondant aux différentes unités du zonage, aux routes, aux lieux habités ont été téléchargés à partir de [l'Atlas forestier interactif du Cameroun](#) et les études de Djuidje (2020). Les données utilisées pour les aires protégées, les réserves forestières, les forêts de production aménagées et les plantations agro-industrielles datent de 2018. Les classifications adoptées tout au long de cette étude sont celles faites par (Djuidje, 2020) (figure 5).

3.2.2.2 Gouvernances foncières

Elles proviennent exclusivement de la revue de littérature, des articles scientifiques et des rapports annuels des ministères (Rapport Final Evaluation de la gouvernance foncière au Cameroun, 2020) liés à notre problématique tel que le ministère des forêts (MINFOR), le ministère des domaines, du cadastre et des affaires foncières (MINDAF), le ministère de l'administration territoriale (MINAT), le ministère de l'agriculture et du développement rural (MINADER).

3.2.3 Certification de durabilité : la RSPO

Tout comme les précédents points, elle proviendra exclusivement de la revue de littérature, des articles scientifiques et des rapports annuels de la SOCFIN, des ONG et le site de la RSPO (Do, 2018; RSPO, 2023).

Le tableau récapitulatif de données utilisées et leurs sources sont disponible à l'annexe 1.

3.3 Traitements et analyses des données

Le traitement de données a été entièrement réalisé à l'aide du logiciel cartographique ARCGIS PRO et le logiciel statistique [FragStats](#) et Excel.

3.3.1 Post Traitement

Les corrections radiométriques permettent d'ajuster les valeurs des pixels afin qu'elles reflètent leur véritable radiance émise ou réfléchi par la surface terrestre, en compensant les variations liées aux conditions d'acquisition et aux caractéristiques du capteur. Elle est calculée via la fonction « calibration radiométrique » de ArcGIS pro.

Les corrections atmosphériques permettent d'éliminer les influences atmosphériques indésirables et de récupérer des informations plus fiables sur la surface terrestre. Elles ont également été calculées via la fonction « calibration atmosphérique » de ArcGIS pro.

L'élimination des nuages et des ombres des nuages a été effectuée à l'aide de la fonction « Remap » de ArcGIS PRO. Les pixels contenant des nuages ou des ombres de nuages ont donc été retirés du jeu de données afin de ne pas biaiser les analyses, car ils avaient des réflectances spectrales proches du tissu urbain.

La bande QA (Quality Assessment) dans les images Landsat fait référence à la bande spécifique qui contient des informations sur la qualité de chaque pixel de l'image. Cette bande est incluse dans les produits d'imagerie Landsat et est utilisée pour évaluer la fiabilité des données dans l'image. La bande QA fournit des informations sur diverses conditions, telles que la présence de nuages, de nuages d'ombres, d'eau, de neige, d'ombres, de pixels non observés, etc. Ce sont les raisons pour lesquelles toutes ces fonctions ont été appliquées sur la bande « QA » pour effectuer toutes les corrections.

3.3.2 Calculs des indices normalisés

Dans cette étude, nous avons utilisé deux indices de végétation : l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI) et l'indice de différence normalisé (NDI) comme élément de base pour notre classification. Nous avons choisi d'utiliser ces deux indices car, selon la littérature scientifique (Abramowitz et al., 2023; Kipli et al., 2023; Pérez et al., 2000; Woebbecke et al., 1995), le NDI a été identifié comme un bon indicateur pour discriminer les palmiers à huiles. Quant au NDVI, qui est très connu, il est utilisé pour caractériser la végétation de manière générale (Mayossa, 2019).

3.3.2.1 Calcul du NDVI

L'indice de végétation par différence normalisée est un indicateur utilisé pour évaluer la densité et la santé de la végétation. Son principe fondamental repose sur le fait que la

chlorophylle dans les feuilles des plantes absorbe activement la lumière dans le spectre rouge pour la photosynthèse, tandis que le tissu végétal réfléchit davantage la lumière dans le proche infrarouge. C'est pourquoi cet indice est calculé à partir de la bande rouge (R) et la bande infrarouge (PIR) via la formule suivante :

$$NDVI = \frac{(PIR - R)}{(PIR + R)}$$

Le résultat de cette équation donne des valeurs allant de -1 à 1, où les valeurs proches de -1 représente les zones sans végétation, comme l'eau ou les surfaces nues. Les valeurs proches de 0 indiquent une végétation peu dense ou stressée, tandis que les valeurs proches de 1 indiquent une végétation dense et en bonne santé.

3.3.2.2 Calcul du NDI

D'autres indices de végétation comme le NDI, ont été proposés pour séparer les plantes des images de fond du sol et des résidus. Elle utilise uniquement les bandes spectrales rouges et verts et est donnée par l'équation de (Woebbecke et al., 1995) suivante :

$$NDI = \frac{(V-R)}{(V+R)}$$

Tous comme le NDVI, elle varie entre -1 à 1.

Dans le cadre de cette étude, nous utiliserons plutôt le NDI amélioré de (Pérez et al., 2000) pour pouvoir comparer nos résultats à cette étude . Cette équation a été améliorée en ajoutant un terme constant, puis en multipliant le résultat par un facteur de 128. Sa formule est la suivante :

$$NDI = \left(\frac{(V-R)}{(V+R)} + 1 \right) \times 128$$

Les valeurs seuils du NDI pour l'image 2021 variaient entre 125 et 135, et une valeur seuil arbitraire d'environ 134 a été utilisée pour séparer les palmiers de leur arrière-plan. Cependant, il convient de noter que les valeurs seuils peuvent varier en fonction des conditions spécifiques de l'étude et des caractéristiques des images utilisées.

3.3.3 Classification des images : classification supervisée orientée pixels

La classification supervisée orientée pixels par maximum de vraisemblance (ML) est une méthode utilisée pour classer des données (pixels) en utilisant des concepts de probabilité et de distribution de probabilité. Cette méthode suppose que les zones d'apprentissages sont définies et générées à partir de différentes distributions de probabilité, et elle cherche à estimer

les paramètres de ces distributions pour effectuer une classification (Mayossa, 2019). Pour la classification supervisée par maximum de vraisemblance, les pixels contenus dans chaque classe doivent suivre une distribution Gaussienne multivariée.

Initialement, la classification devrait être appliquée aux deux indices mentionnés précédemment (NDVI et NDI) afin de pouvoir comparer les résultats obtenus entre la classification sur base du NDVI et la classification sur base du NDI. Cependant, en raison de l'indisponibilité de la bande « verte » pour le Landsat 1 MSS, nous nous sommes focalisés uniquement sur le NDVI pour évaluer la classification. Néanmoins, la classification basée sur de NDI a pu être effectuée sur l'images de 2021, car elle disposait de toutes les bandes requises pour cet indice.

Pour les classifications basées sur le NDI, nous avons regroupé les pixels en 5 classes comme suit : « Eau » ; « Non végétalisée », constituée des sols nus, bâtis, et mangroves ; « Forêts primaires » constituées des arbres de plus de 15 m de hauteur ; « Forêts mixtes » constituées de la végétation basse dont la hauteur est comprise entre 5 et 15 m et la classe « palmiers à huiles ».

Pour les classifications basées sur le NDVI, nous avons regroupé les pixels en 4 classes comme suit : classe « Eau » ; classe « Non végétalisée », constituées des sols nus, bâtis, et mangroves ; classe « Forêts primaires » constituées des arbres de plus de 15 m de hauteur ; classe « Forêts mixtes » constituées de la végétation basse dont la hauteur est comprise entre 5 et 15 m et des palmiers à huiles, car il était difficile de différencier ces deux éléments sur la base du NDVI ;

Au total, 82 zones d'entraînement ont été sélectionnées, sur base du critère du poids pour chaque classe qui variaient en fonction de leur étendue sur l'image.

3.3.4 Validations des cartes : matrice de confusion

L'évaluation de la précision des cartes d'occupation du sol produites est essentielle pour évaluer l'évolution et la caractérisation du paysage, ainsi que pour évaluer la fiabilité de la méthode de cartographie utilisée. La matrice de confusion est couramment utilisée pour évaluer cette précision.

La matrice de confusion est un outil statistique utilisé pour évaluer la précision d'une classification en comparant les classes prédites avec les classes réelles (vérité de terrain). Elle fournit différents indicateurs de qualité, tels que la précision pour l'utilisateur (erreur d'omission), la précision pour le producteur (erreur de commission), la précision globale et le coefficient de Kappa.

3.3.4.1 Caractéristiques des données de vérité de terrain

Les données de vérité de terrain sont constituées de 72 points récoltés (tailles moyennes par rapport à l'étendue de la zone d'étude), selon la méthode aléatoire stratifiée avec comme condition, une distance euclidienne minimale de 100 m entre les points. Ils ont été répartis comme suit dans les 4 classes : « classe eau » 8 ; « classe non végétalisée » 20 ; « classe forêt dense » 11 ; et « classe forêt mixte » 33.

3.3.4.2 Précision pour l'utilisateur et précision pour le producteur

L'erreur de commission (en orange) correspond à la proportion de pixel attribuée à une classe qui n'appartient pas réellement à cette classe (faux positifs). Cela signifie que certains pixels sont incorrectement classés et sont assignés à une classe à laquelle ils ne devraient pas appartenir (tableau 4).

L'erreur d'omission (en jaune, quant à elle, correspond à la proportion de pixels appartenant à une classe qui sont incorrectement attribués à une autre classe (faux négatifs). Cela signifie que certains pixels sont classés de manière incorrecte et ne sont pas attribués à la classe à laquelle ils devraient appartenir (tableau 4).

Tableau 4: matrice de confusion de la classification supervisée

Terrain (occupation du sol observée)	Classification (occupation du sol prédite)				Précision du producteur (erreur de commission) en %	Indice de Kappa
	C ₁	C _i	C _n	Total lignes		
Classe 1 (C ₁)	X ₁₁	X _{1i}	X _{1n}	N ₁		
Classe i (C _i)	X _{i1}	X _{ii}	X _{in}	N _i		
Classe n (C _n)	X _{n1}	X _{ni}	X _{nn}	N _n		
Total colonnes	M ₁	M _i	M _n	N		
Précision de l'utilisateur (erreur d'omission) en %						
Précision globale (en %)						
Indice de KAPPA						

3.3.4.3 La précision globale de la carte

La pression globale de la carte est un indice qui évalue la proportion des points de vérité de terrain bien classés. Elle se calcule en sommant le nombre de pixels correctement classés (les valeurs situées à la diagonale en bleu) par le nombre total de pixels évalués (N).

$$\text{précision globale} = \frac{(X_{11} + X_{ii} + \dots + X_{nm})}{N}$$

3.3.4.4 *Indice de Kappa*

L'indice de Kappa permet de quantifier dans quelle mesure les données classifiées concordent avec les données de référence (vérité de terrain). Contrairement à l'indice de précision globale qui se base uniquement sur les pixels correctement classés, l'indice de Kappa, prend en compte différents types d'erreurs qui peuvent être commises lors de la classification. L'équation permettant de calculer l'indice de Kappa est la suivante :

$$K = \frac{N \sum_{i=1}^n m_{i,i} - \sum_{i=1}^n (G_i C_i)}{N^2 - \sum_{i=1}^n (G_i C_i)}$$

Avec « i » représentant le nombre de classe, « N » représentant le nombre total de pixel évalué, « $m_{i,j}$ » représentant le nombre de valeur appartenant à la classe « i » qui a été correctement classée dans la classe « i », « C_i » représentant le nombre total de pixel attribué à la classe « i », et « G_i » représentant le nombre total de pixel réellement appartenant à la classe « i ».

En utilisant l'indice de Kappa, il est possible de comparer et d'évaluer la performance de différentes classifications en termes de leur accord avec la vérité de terrain. Un indice de Kappa proche de 1 indique un accord élevé entre les classifications et la vérité de terrain et une valeur négative indique un accord faible entre les classifications et la vérité de terrain.

3.3.5 *Détection et quantification des changements*

3.3.5.1 *Détection des changements*

La détection et l'identification des changements dans une région, entre deux périodes sont des aspects essentiels en écologie du paysage et en analyse spatiale. Ces changements peuvent être observés à différentes échelles spatiales et temporelles et peuvent être dus à des processus anthropiques, naturels ou à des facteurs tels que la composition atmosphérique ou à la différence d'angle de vue du satellite etc. Dans notre étude, seuls les processus anthropiques et naturels sont réellement explicatifs des changements observés en termes de couverture du sol. Les résultats de cette quantification sont souvent exprimés en superficie ou en périmètre ayant subi des modifications d'états de surface (Mayossa, 2019).

3.3.5.1.1 *Différences d'images*

Pour détecter et identifier les changements sur notre zone d'étude entre 1973 et 2021, nous avons utilisé une méthode basée sur la différence d'image de l'indice de végétation NDVI. Tout

d'abord, nous avons réalisé une différence entre les images de NDVI prises entre 1973 et 2021. Ensuite, nous avons effectué une reclassification de cette image différence en utilisant des seuils de changement préalablement définis.

La calibration des seuils de changement a été déterminée à l'aide d'une méthode statistique qui considère tous les pixels situés au-delà de la valeur de la moyenne plus ou moins deux écart-type comme étant des pixels ayant changé, et ceux en deçà comme n'ayant pas changé. À la suite d'analyses de susceptibilité de seuil, nous avons choisi les valeurs seuils de « 0,101 » et « 0,411 » que nous avons appliquées sur l'image différence de NDVI de 1973 et 2021. Cependant, quelques pixels contenant des impuretés de nébulosité ont dû être filtrés, car ils n'avaient pas été retirés par la bande QA.

La reclassification nous a permis d'obtenir un masque de non-changement dont les valeurs sont binaires (0-1), où la valeur « 1 » correspond aux pixels inchangés et la valeur « 0 » correspond aux pixels changés.

3.3.5.1.2 Comparaison post-classification

La comparaison post-classification a été réalisée pour indiquer avec précision le type de changement observé. Pour cela, nous avons comparé les classifications obtenues par la méthode de maximum vraisemblance pour l'année 1973 et l'année 2021. Les étapes sont les suivantes :

- Soient C (73) et C (21), les classifications du sol des images I (73) et I (21).
- $C(21) \times 100 = C(2100)$.
- $C(73) + C(2100)$

Cette comparaison nous a permis d'obtenir une classification d'image montrant les transitions dans les deux sens entre ces deux années. Par ailleurs, à partir du résultat de cette opération, nous avons pu obtenir une matrice de changement.

3.3.5.1.3 Combinaison différence images et comparaison post – classification

Il est courant qu'une classification présente un coefficient de Kappa élevé. Cela peut être trompeur, si cette classification est comparée à une autre image ayant un faible coefficient de Kappa ou si le coefficient de kappa n'a pas pu être calculé en raison du manque de données de référence (comme dans le cas de la classification de 1973). Cela peut entraîner une diminution de la qualité de la carte de classification.

Afin de limiter les erreurs de classification, nous avons combiné la méthode de différence d'image avec la méthode de comparaison post – classification. Cette approche nous a permis d'obtenir une carte de détection de changement plus précise.

3.3.5.2 *Quantification des changements*

L'évaluation des changements s'est principalement basée sur des indicateurs spatiaux tels que le taux de changement et la matrice de transition.

Le taux de changement global fait référence à la vitesse à laquelle des changements se produisent dans divers domaines tels que l'environnement, l'économie, la technologie, la société, etc. Dans notre cas, il reflète la rapidité avec laquelle de nouveaux éléments structuraux du paysage se produisent et influencent notre zone d'étude. Le taux de changement global a été évalué à l'intérieur et à l'extérieur des plantations. La formule du taux de changement global suivante est celle de la FAO (1996) :

$$Tg = \frac{S_1 - S_0}{S_0} \quad \text{Où : } S_0 \text{ représente la superficie de la classe à la date } t_0 \text{ et } S_1$$

représente la superficie de la même classe à la date t_1 .

3.3.6 *Caractérisation de la dégradation du paysage*

3.3.6.1 *Analyse quantitative*

Pour caractériser la dégradation du paysage à l'intérieur et à l'extérieur des plantations, nous avons eu recours à la méthode de fragmentation du paysage à partir des cartes d'occupation du sol de 1973 et 2021. Cela nous a permis d'obtenir une gamme d'indices et de métriques fournissant des mesures quantitatives sur la structure et la configuration spatiale des paysages. Les niveaux métriques sur lesquels s'appliquent ces indices sont : les patches, les classes et le paysage. Ces indices ont été calculés par FragStats il s'agit :

- Le LPI (Largest patch index) également connu sous le nom d'indice du plus grand patch, représente le pourcentage du paysage total constitué par la plus grande parcelle de terre de la classe correspondante. Lorsque le LPI se rapproche de 0, cela signifie que le plus grand patch de la classe correspondante est de plus en plus petit dans le paysage. En revanche, lorsque le LPI est égal à 100, cela indique que l'ensemble du paysage est constitué d'un seul patch du type de la

classe correspondante. Ce qui signifie que le patch le plus grand représente 100 % du paysage. Sa formule est la suivante :

$$LPI = \frac{\max(a_{ij})}{A}(100)$$

Avec : a_{ij} = surface (en m^2) du patch ij et A = superficie totale du paysage (en m^2).

- Le LSI (Landscapes Shape Index) également connu sous le nom d'indice de forme des paysages, permet d'évaluer la complexité des formes des différentes unités du paysage. Lorsque tous les patches sont circulaires, sa valeur est égale à 1, et cette valeur augmente avec l'irrégularité des formes des patches. Sa formule est la suivante :

$$LSI = \frac{.25 \sum_{k=1}^m e_{ik}^*}{\sqrt{A}}$$

e_{ik} = longueur totale (m) des bords dans le paysage entre les types de classes i et k ; comprend la totalité de la limite du paysage et une partie ou la totalité des segments de bords d'arrière-plan concernant la classe i .

A = superficie totale du paysage (m^2).

- Le SHEI (Shannon Evenness Index) couramment connu sous le nom d'indice de Shannon uniformisé, mesure la diversité des classes de couverture du paysage (par exemple, les types de classes) en tenant compte de la proportion de chaque classe dans le paysage. Cet indice varie entre 0 et 1. Lorsque le SHEI est égal à 0, cela signifie que le paysage ne contient qu'une seule classe (c'est-à-dire pas de diversité). Lorsque le SHEI se rapproche de 0, la répartition de la superficie entre les différentes classes devient plus importante et plus inégale (c'est-à-dire dominée par un seul type de classe). En revanche, lorsque le SHEI est égal à 1, cela indique une répartition parfaitement homogène entre les types de patches, avec abondance proportionnellement égale pour chaque classe. Les formules sont les suivantes :

$$SHEI = \frac{-\sum_{i=1}^m (P_i \cdot \ln P_i)}{\ln m}$$

Avec : P_i = proportion du paysage occupée par le type de classe « i » ; m = nombre de types de patches (classes) présents dans le paysage, à l'exclusion de la bordure du paysage si elle existe un paysage, à l'exclusion de la bordure du paysage si elle est présente.

- Le ED (Edge Density), en français Indice de densité des frontières dans le paysage, est une mesure qui évalue la quantité de bordure ou d'interface entre différentes classes de couverture

du sol dans un paysage. Une densité des bords élevée ($ED > 0$) indique que le paysage est fortement fragmenté, avec de nombreuses interfaces entre différentes classes de couverture du sol. Cela peut être le cas lorsque le paysage est constitué de petits fragments de différents types d'habitats ou d'utilisation des terres. En revanche, une densité des bords faible $ED < 0$ suggère un paysage plus homogène, avec moins de transition entre les différentes classes de couverture du sol. Lorsque, le paysage est sans limite c'est-à-dire dépourvu de bordure de classe dans le paysage ($ED = 0$), le paysage et la bordure du paysage, sont constitués du type de patch de la classe correspondante. Il s'exprime en m/ha et sa formule est la suivante :

$$ED = \frac{\sum_{k=1}^m e_{ik}}{A} (10,000)$$

Où : e_{ik} = longueur totale (m) de la classe dans le paysage impliquant la classe i ; comprend les limites du paysage et les segments d'arrière-plan concernant le type de classe « i » et A = superficie totale du paysage (m^2)

- Le ENN (Euclidien Nearest Neighbor) en français distance euclidienne du plus proche voisin, mesure l'isolement des classes à l'échelle du paysage. La distance moyenne du plus proche voisin d'un patch individuel est la distance la plus courte à un patch similaire (bord à bord). ENN se rapproche de 0 au fur et à mesure que la distance des patches avec le voisin le plus proche diminue dans le paysage. La formule est la suivante :

$$ENN = h_{ij}$$

Ou h_{ij} = distance (m) entre le patch ij et le patch voisin le plus proche du même type (classe), sur la base de la distance bord à bord entre les patches.

CHAPITRE 4 : RESULTATS DE L'ETUDE

Dans ce chapitre, nous présenterons les cartes, diagrammes, tableaux liés à la dégradation du paysage, l'efficacité des politiques foncières, forestières et de durabilité dans le contexte spécifique des plantations de palmier à huile de Mbongo et SAFACAM du Cameroun.

4.1 Présentation des résultats des analyses de cette étude

4.1.1 Indices NDI et NDVI

4.1.1.1 L'indice NDI

Seule la carte NDI de 2021 a pu être réalisée, car les images satellitaires de 1973 disponibles ne possédaient pas la bande verte nécessaire pour le calcul de cet indice.

Sur la carte NDI de 2021, nous observons un faible couvert végétal dans le Sud de la zone d'étude, suivi d'un couvert végétal moyen à l'Ouest de la zone d'étude. En revanche, l'Est de la zone d'étude cependant est composé d'un couvert forestier relativement dense même s'il contient quelques patches de sol nus (Figure 9). Les valeurs seuils du NDI pour l'image 2021 varient entre 120 à 137, et une valeur seuil arbitraire d'environ 134 a été utilisée pour séparer les palmiers de leur arrière-plan. Sur base de ce seuil, nous constatons que les zones répertoriées comme plantées de la plantation SAFACAM actuelle (Figure 7) ont un NDI faible et contrairement à celles des zones plantées de la plantation actuelle de Mbongo (Figure 9).

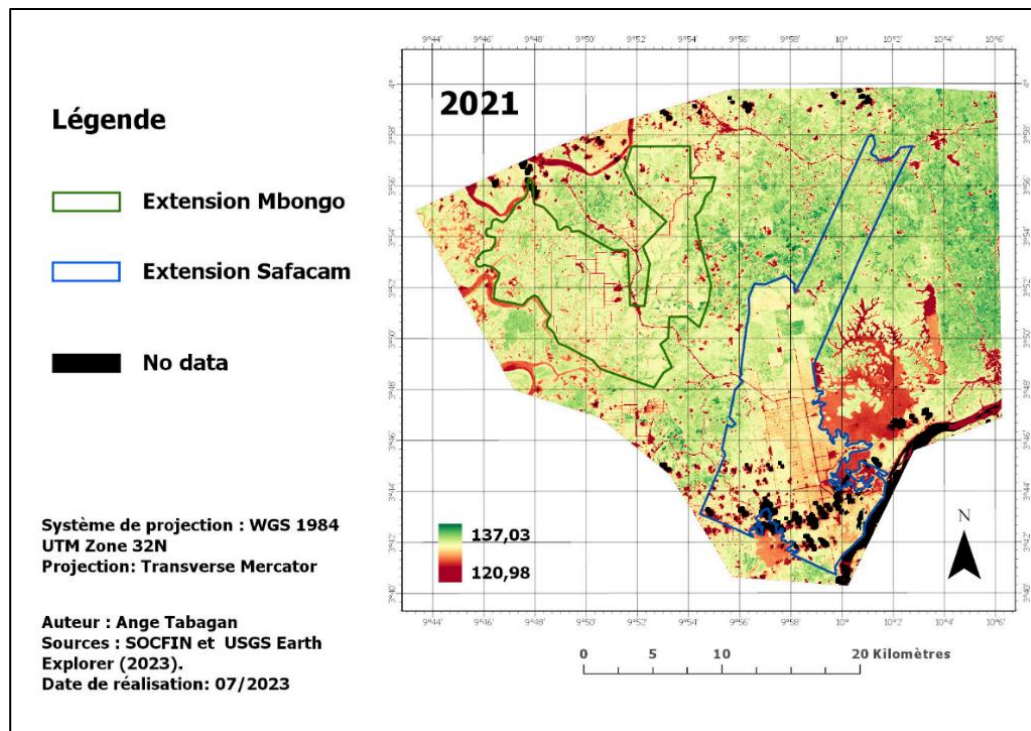


Figure 9: carte de NDI de la zone d'étude de 2021.

4.1.1.2 L'indice NDVI

Sur la carte du NDVI de 1973, nous pouvons observer une forte végétation au Sud de la Zone d'étude et une faible végétation à l'Est et à l'Ouest de la zone d'étude. Le centre lui est constitué d'une zone végétalisée moyenne (figure 10). Les valeurs seuils du NDVI pour l'image 1973 varient entre -0,510 à 0,972. Sur base de cette échelle, nous constatons que les zones répertoriées comme plantées de la plantation SAFACAM actuelle (Figure 7) ont un indice NDVI élevé, même si on aperçoit déjà les parcelles de plantation tout autour du lac d'Ossa situées au Sud- Est de la zone d'étude. Les zones plantées de la plantation actuelle de Mbongo ont un indice NDVI moyen et on aperçoit un seul patch de sol nul assez considérable (Figure 9).

Sur la carte du NDVI de 2021, nous pouvons observer une forte végétation au Centre, à l'Est et au Nord - Est de la Zone d'étude et une faible végétation à l'Ouest et au Sud de la zone d'étude. Le Nord, lui est constitué d'une zone végétalisée moyenne (figure 10). Les valeurs seuils du NDVI pour l'image 2021 varient entre -0,018 à 0,464. Sur base de cette échelle, nous constatons que les zones répertoriées comme plantées de la plantation SAFACAM actuelle (Figure 7) ont un indice NDVI bas. Les zones plantées de la plantation actuelle de Mbongo ont un indice NDVI moyen (Figure 10).

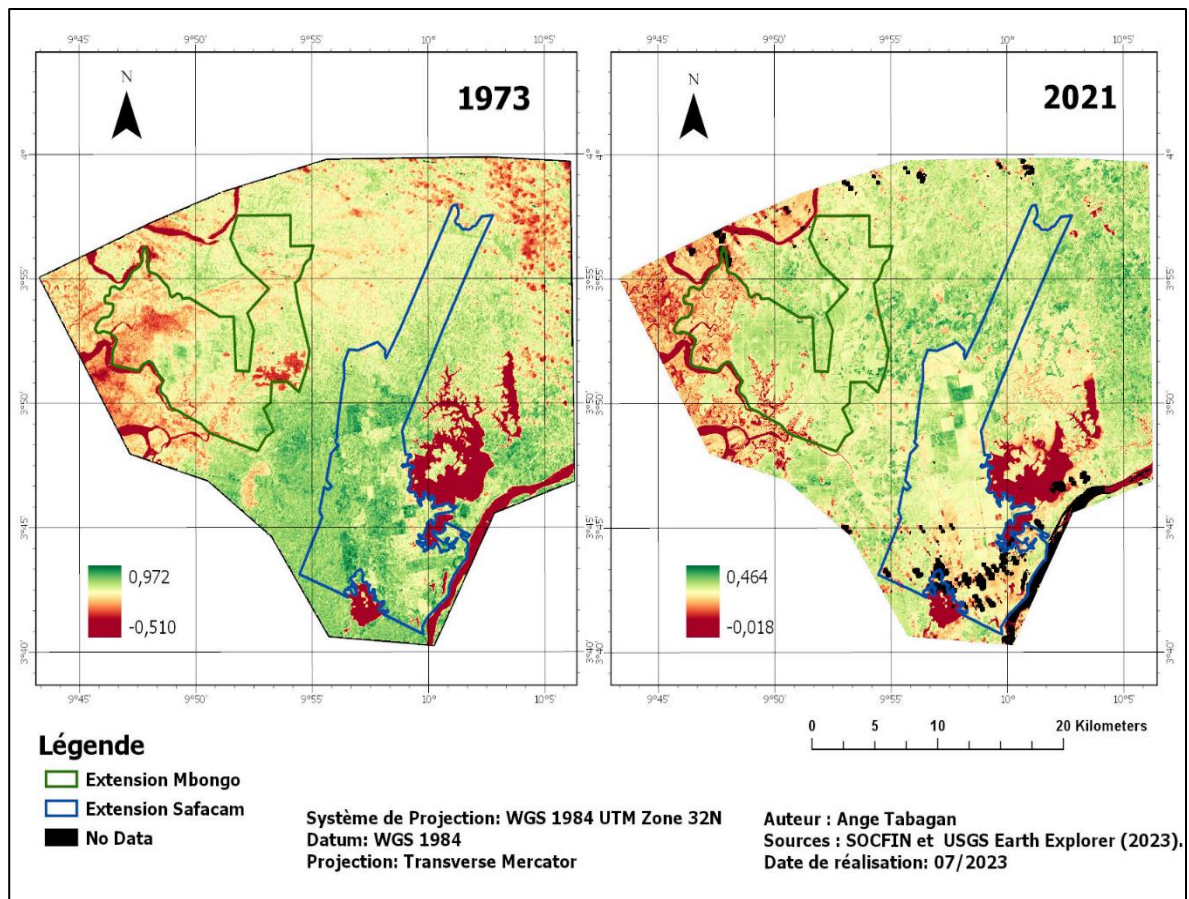


Figure 10: cartes de l'indice NDVI de la zone d'étude en 1973 et 2012.

4.2 Classification des images : carte d'occupation du sol de 1973 et 2021 de la zone d'études

Sur base des cartes de NDVI de 1973 et 2021, nous avons effectué une classification supervisée par la méthode probabiliste de maximum vraisemblance et les résultats sont respectivement la carte d'occupation du sol de 1973 et 2021 (figure 11). Sur la carte d'occupation de sol de 1973, nous observons deux classes majoritaires, la classe « Forêts mixtes » située au Nord de la carte et la classe « Forêts primaires » située au Sud de la zone d'étude. La classe « Non végétalisée » est présente sous forme de « tache » à l'Ouest de la zone d'étude.

Sur la carte d'occupation de sol de 2021, nous observons une mosaïque au niveau des classes. La classe « Forêt mixte » est majoritairement située au Nord et au Sud de la carte. La classe « Forêt primaire » elle, est située au Centre et à l'Est de la zone d'étude. La classe « Non végétalisée » est présente à l'Ouest de la zone d'étude et au Sud, elle est présente sous forme de « taches » dans la plantation de Safacam et ses environs.

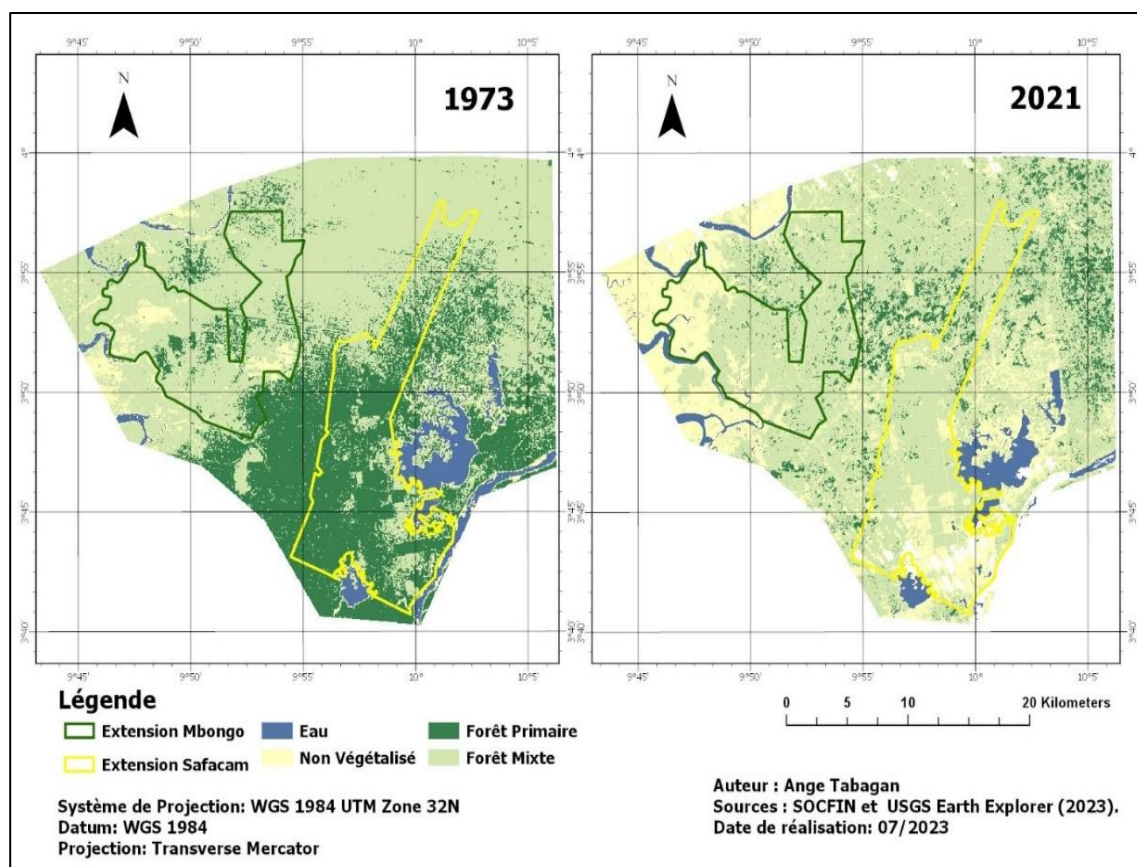


Figure 11: cartes d'occupations du sol en 1973 et 2021.

L'étendue des cours d'eau sont restée quasi constantes en 1973 et en 2021 (tableau 5). La classe « Non végétalisée » à une proportion de 5,12% sur la carte d'occupation du sol de 1973 contre 25,47% sur la carte d'occupation du sol de 2021 (Tableau 5).

Sur la carte d'occupation du sol de 1973, nous dénombrons, 31,11% de forêts primaires contre seulement 8,17% sur la carte d'occupation du sol de 2021. Dans la classe « forêts mixtes » la carte d'occupation du sol de 1973, montre à 57,99% contre 61,73% sur la carte d'occupation du sol de 2021 (Tableau 5).

Tableau 5 : Proportions et pourcentages des classes d'occupations du sol en 1973 et 2021.

Noms des classes	Année 1973	Année 2021
	Superficies en (Km ²)	Superficies en (Km ²)
Eau	49,54 (4,79%)	46,42 (4,62%)
Non végétalisés	53,02 (5,12%)	255,95 (25,47 %)
Forêts Primaires	332,37 (32,11%)	82,13 (8,17%)
Forêts mixtes	600,25 (57,99%)	620,33 (61,73%)
Totaux	1035,18	1004,83

Dans cette section, nous comparerons les résultats des extensions de plantation à différentes dates, l'une par rapport à l'autre, puis dans un second temps, nous comparerons l'évolution de chaque plantation au fil du temps.

L'étendue des cours d'eau est restée quasi constante en 1973 dans les deux extensions (tableau 6). La classe « Non végétalisée » en 1973 a une proportion de 10,03% dans l'extension de plantation de Mbongo actuelle et 0,66% dans l'extension de plantation actuelle de SAFACAM.

L'extension de plantation actuelle en 1973, de SAFACAM était constituée à 66,92% de forêt primaire, contre seulement 12,20% dans l'extension de plantation de Mbongo actuelle. Concernant les classes « forêts mixtes », l'extension de plantation actuelle de SAFACAM était constituée à 32,31% , contre seulement 77,66% dans l'extension de plantation de Mbongo actuelle (tableau 6).

L'étendue des cours d'eau en 2021 était plus élevée dans l'extension de Mbongo que dans l'extension de SAFACAM. La classe « Non végétalisée » en 2021 était quasiment identique, soit respectivement 26,66% dans l'extension de plantation de Mbongo actuelle et 25,53% dans l'extension de plantation actuelle de SAFACAM (tableau 6).

L'extension de plantation actuelle en 2021, de SAFACAM était constituée à 4,40% de forêt primaire, contre seulement 3,51% dans l'extension de plantation de Mbongo actuelle. Concernant les classes « forêts mixtes », les pourcentages sont égaux avec 69,81% dans l'extension de plantation actuelle de SAFACAM et de 69,09% dans l'extension de plantation de Mbongo actuelle (tableau 6).

Durant la période entre 1973 et 2021, l'extension de la plantation de Mbongo aurait perdu en superficie dans les classes « forêts mixtes » et forêts primaires », mais gagnée en superficie dans les classes « non végétalisée » et « eau » (tableau 6). L'extension de la plantation SAFACAM, quant à elle, a perdu en superficie dans la classe « forêts primaires » et a gagné en superficie dans la classe « forêts mixtes », « non végétalisée » et « eau ».

Tableau 6: Proportions et pourcentages des classes d'occupations du sol en 1973 et 2021.

Nom des classes	Extension plantation Mbongo		Extension plantation SAFACAM	
	Année 1973	Année 2021	Année 1973	Année 2021
	Superficies en (Km ²)	Superficies en (Km ²)	Superficies en (Km ²)	Superficies en (Km ²)
Eau	0,18 (0,12%)	1,08 (0,74%)	0,22 (0,12%)	0,45 (0,26%)
Non végétalisés	14,67 (10,03%)	38,97 (26,66%)	1,21 (0,66%)	44,42 (25,53%)
Forêts Primaires	17,87 (12,20%)	5,13 (3,51%)	123,39 (66,92%)	7,66 (4,40%)
Forêts mixtes	113,77 (77,66%)	100,97 (69,09%)	59,57 (32,31%)	121,47 (69,81%)
Totaux	146,50	146,15	184,40	174,00

4.3 Evaluation de la précision des cartes d'occupation du sol.

Le niveau de fiabilité de la carte d'occupation du sol de 1973 dans le cadre de cette étude n'a pas pu être réalisé, car nous ne disposons pas de données de référence de cette période. Cependant, étant donné que ces deux cartes ont été réalisées suivant les mêmes méthodes et principes, nous nous sommes basés sur la carte d'occupation de sol de 2021, dont le niveau de fiabilité a été évalué, pour déduire que celle de 1973 peut, également être considérée comme fiable. Les paramètres de pression sont consignés dans le tableau de matrice de confusion.

Tableau 7: Matrice de confusion pour la carte d'occupation du sol de 2021.

Noms des classes	Eau	Non végétalisés	Forêts primaires	Forêts mixtes	Total Utilisateur	Précision de l'utilisateur	Indice de Kappa
Eau	8	0	0	0	8	100%	-
Non végétalisés	3	16	0	1	20	80,00%	-
Forêts primaires	0	0	10	1	11	90,91%	-
Forêts mixtes	0	1	0	32	33	96,97%	-
Total producteur	11	17	10	34	72	-	-
Précision du producteur	72,73%	94,12%	100%	94,12%	-	-	-
Précision globale : 91,67%							
Indice de Kappa	-	-	-	-	-	-	87,74%

Les pixels de cette matrice sont répartis comme suit : les colonnes correspondent aux données de références (en rouge) et les lignes correspondent aux pixels estimés par la classification (en violet). La diagonale (en bleu) correspond aux pixels correctement classés.

Sur l'ensemble des classes de notre zone d'étude, le taux de pixel correctement classé est de 91,67%. La classe « Non végétalisée » est celle qui a été la moins bien classée avec un taux de 80,00%, suivie de la classe « forêts primaires » avec 90,91%, la classe « forêts mixtes » avec 96,97%, et en fin la classe « eau » avec 100%. L'erreur du producteur (erreur d'omission) s'est avérée bas dans la classe « Eau » soit 72,73% et de 94,12% dans la classe « Non végétalisée » et la classe « forêts mixtes ». Seule la classe « forêts primaires » n'a eu aucune erreur d'omission soit 100%. L'indice de kappa pour la carte d'occupation du sol est de 87,74%. Ce qui montre une fiabilité élevée de la carte d'occupation du sol de 2021 (tableau 7).

4.4 Détection du changement au sein du paysage de la zone d'études

4.4.1 Évolution des surfaces : indicateurs spatiaux

A la figure 12, on a réalisé la matrice de transition et d'évolution des surfaces de l'occupation du sol de la zone d'étude entre 1973 et 2021. Nous observons les classes qui sont restées inchangées à la diagonale (en bleu) du tableau et le reste du tableau, comme celles qui ont changées entre 1973 et 2021 (figure 12 et Tableau 8).

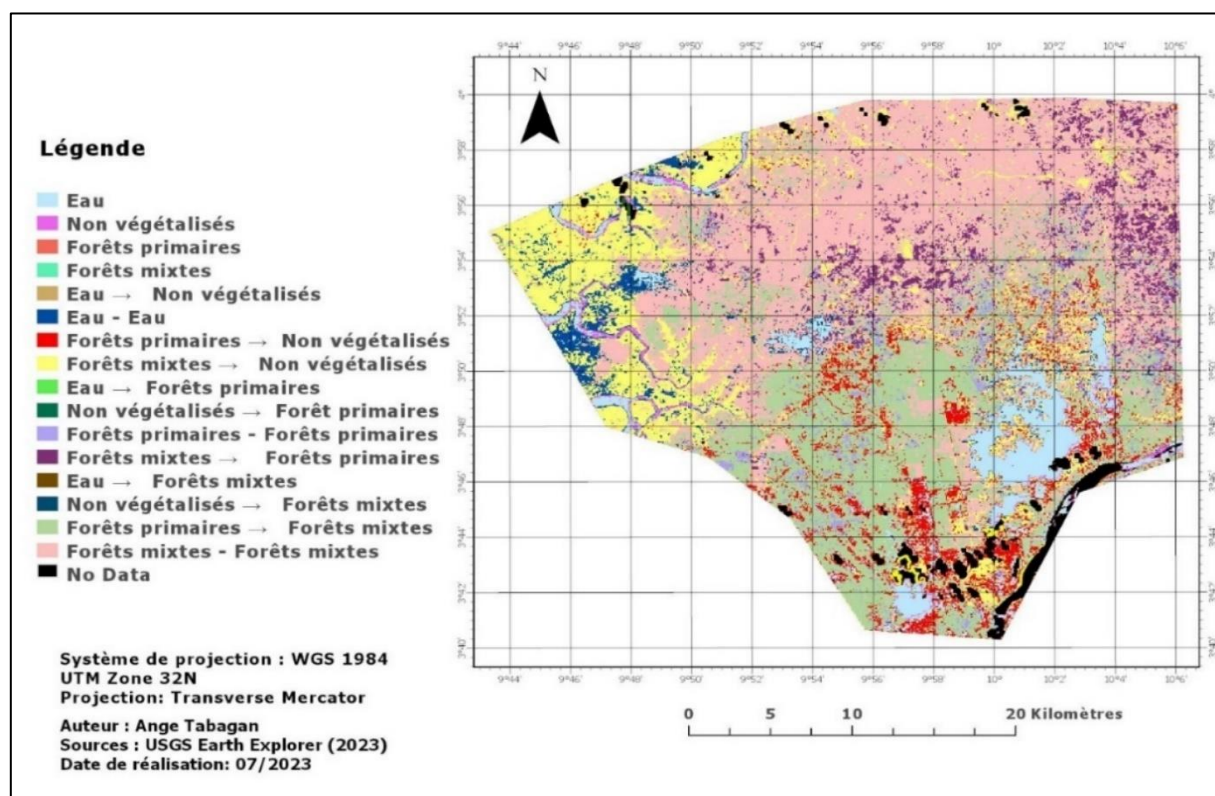


Figure 12: Carte de détection du changement ou matrice de changement. Les classes composées et possédant un trait d'union sont considérées comme inchangées, et celle avec une flèche sont considérées comme ayant changées entre 1973 et 2021.

Tableau 8: matrice de transition et évolution des surfaces en Km² de l'occupations du sol de la zone d'étude entre 1973 et 2021.

Noms des classes		2021				
		Eau	Non végétalisés	Forêts Primaires	Forêts mixtes	Totaux
1973	Eau	67,23	0,55	0	0,08	67,86
	Non végétalisés	0	35,52	0,11	5,66	41,29
	Forêts Primaires	0	57,81	24,56	224,8	307,17
	Forêts mixtes	0	152,89	55,72	378,89	587,5
	Totaux	67,23	246,77	80,39	609,43	1003,82

4.4.2 Indicateurs statistiques

4.4.2.1 Le taux de changement global

Les taux de changement ont été calculés par classe d'occupation de sol à l'intérieur des plantations et à l'extérieur des plantations entre 1973 et 2021. Ils sont comparés dans le tableau 9.

Tableau 9: Taux de changement global.

Nom des classes	Taux de changement global (Tg)		
	Concession actuelle Mbongo	Concession actuelle SAFACAM	Extérieurs des plantations
Eau	-0,81	-	-0,06
Non végétalisés	-0,60	98,45	3,89
Forêts Primaires	-0,78	-0,99	-0,68
Forêts mixtes	0,25	1,37	-0,05

Les valeurs négatives révèlent une régression de la surface occupée par la classe, tandis que les valeurs positives indiquent une progression de la classe d'occupation du sol. Ainsi, en observant ce tableau, nous pouvons constater que dans la concession actuelle de Mbongo, seule la classe d'occupation « Forêts mixtes » est en progression. De même, à l'extérieur des plantations, seule la classe « Non végétalisée » est en progression. En ce qui concerne la concession actuelle SAFACAM, seule la classe « Forêts Primaires » est en régression. La classe « Eau » de la concession actuelle SAFACAM n'a pas de valeur, car elle n'était pas présente en 1973.

4.4.2.2 Indices de fragmentation

Ces indices sont ceux obtenus via FragStats à l'échelle du paysage, sur les niveaux métriques de patch et sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau 10: évolutions de la fragmentation du paysage.

		Indice de forme du paysages LSI	Distance euclidienne du plus proche voisin ENN (m)	Indice du plus grand patch LPI (%)	Densité des bords ED (m/ha)	Indice de Shannon uniformisé SHEI
Paysage	Carte d'occupation du sol de la plantation de Mbongo 2021	1,22	156,21	40,90	34,44	0,23
	Carte d'occupation du sol de la plantation de Mbongo 1973	1,28	227,97	20,63	38,83	0,55
	Carte d'occupation du sol de la plantation de SAFACAM 2021	1,30	106,67	32,15	53,63	0,48
	Carte d'occupation du sol de la plantation de SAFACAM 1973	1,23	182,26	60,17	46,81	0,54
	Carte d'occupation du sol à l'extérieur des plantations 2021	1,25	106,09	53,52	89,07	0,75
	Carte d'occupation du sol à l'extérieur des plantations 1973	1,29	189,35	53,39	48,47	0,71

Qu'on soit à l'intérieur des plantations ou à l'extérieur de celles-ci, le LSI est supérieur à 1 et varie entre 1,22 et 1,30 ; ce qui signifie que tous les patchs présents dans leurs paysages sont sans limite et n'ont pas une forme circulaire (Tableau 10).

La distance Euclidienne entre les patchs du paysage varie entre 106,09 m et 227,97 m. On observe des résultats des paysages qui ont une valeur de ENN similaire. Il s'agit de la plantation de SAFACAM 2021 et l'extérieur des plantations de 2021 qui affichent une valeur d'environ 106 m, et la plantation de SAFACAM de 1973 et l'extérieur des plantations de 1973 qui affichent des valeurs respectivement de 182 m et 189,35 m (Tableau 10).

Le LPI varie de l'intérieur vers l'extérieur des plantations. A l'extérieur des plantations, les valeurs sont quasiment égales. Cependant, à l'extérieur des plantations, les valeurs divergent avec

le LPI le plus élevé observé dans la plantation de SAFACAM 1973 (60,17%), et la plus faible dans la plantation de Mbongo 1973 (20,63%). Les valeurs du LPI avoisinent les 53 % à l'extérieur des plantations, ce qui signifie que les patches ont une taille moyenne et relativement uniforme dans ce paysage. A l'intérieur des plantations, les plantations de Mbongo 1973, 2021 et SAFACAM 2021 révèlent des LPI compris entre 20% et 41%, ce qui signifie que le plus grand patch dans ces paysages est de plus en plus petit. La plantation de SAFACAM 1973, quant à elle, présente un LPI de 60%, ce qui signifie que le plus grand patch dans le paysage est de plus en plus grand.

Les densités des bords des patches, observées sur la zone d'étude sont toutes supérieures à zéro, qu'on se trouve à l'intérieur ou à l'extérieur des plantations, et ce, peu importe l'année. Néanmoins, on observe des valeurs les plus élevées à l'extérieur des plantations et la plus faible dans la plantation des Mbongo. Toutes ces valeurs (Tableau 10) nous indiquent donc que le paysage est fortement fragmenté, avec de nombreuses interfaces entre différentes classes de couverture du sol.

L'indice de Shannon uniformisé est très élevé à l'extérieur des plantations de 1973 et 2021 respectivement de 0,75 et 0,70, et cette valeur à l'intérieur des plantations est faible à l'exception de la plantation de Mbongo en 2021 où elle est beaucoup plus faible. Ces observations traduisent que, la répartition des classes à l'extérieur des plantations pour les deux années tend vers une répartition homogène entre les classes, avec une abondance proportionnelle presque identique entre les classes. Cependant, à l'intérieur des plantations, la répartition des superficies entre les différents types de classe devient de plus en plus inégale, c'est-à-dire dominée par une seule classe. Cette inégalité est encore plus remarquable à l'intérieur de la plantation de Mbongo en 2021 (Tableau 10).

4.5 Politiques foncières, forestières et de durabilité au Cameroun

Sur base de la loi Forestière de 1994, répartissant le territoire camerounais, la figure 13 a été réalisée. Nous observons l'extension de la plantation de Mbongo qui empiète sur le parc national de Douala – Edéa d'une superficie équivalent à 22,38 Km². De même, l'extension de la plantation de SAFACAM qui est limitrophe à la réserve du lac Ossa, ce qui entraîne une diminution de 1,57 Km² du lac d'Ossa au bénéfice des activités de palmier à huile.

Néanmoins, nous constatons aussi que la majorité de l'étendue des deux plantations se trouve dans les zones non classées par le gouvernement camerounais. Les deux sites ont été classés durables en 2021 par le label international RSPO, malgré leur proximité avec des sites aux réserves. Pourtant, la RSPO dans sa politique de durabilité, préconise la non-déforestation des sols et encourage la protection des réserves naturelles (Do, 2018; RSPO, 2023) (figure 13).

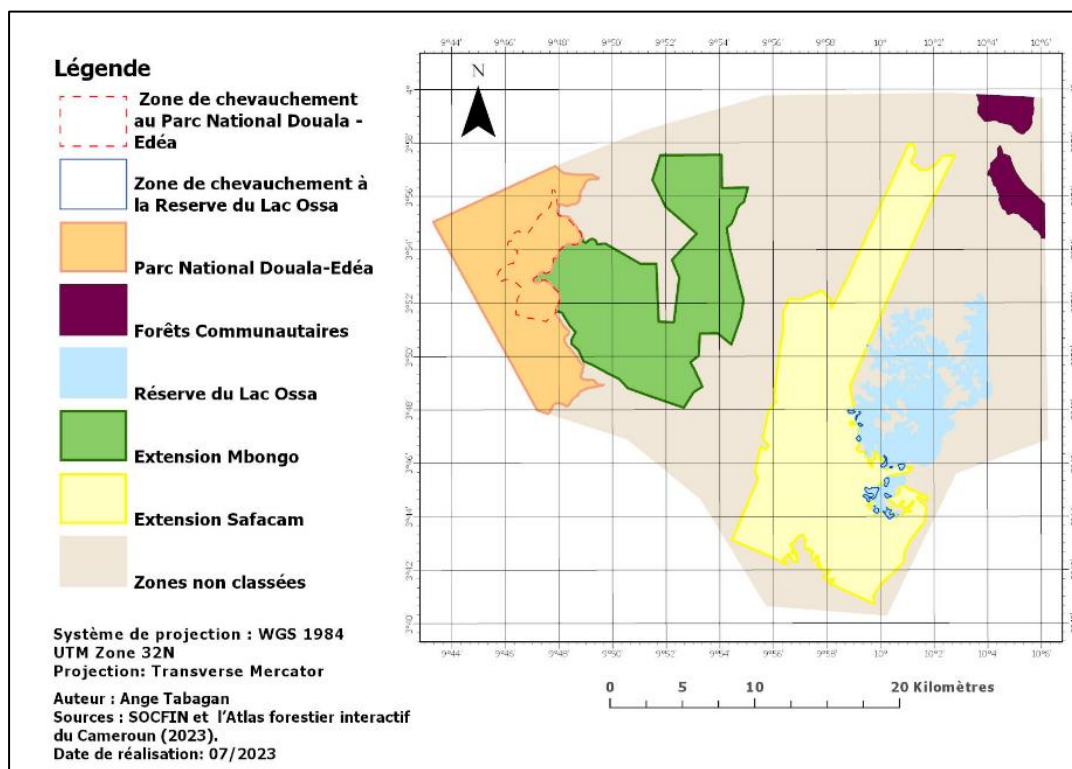


Figure 13 : plan du zonage forestier de la zone d'étude montrant des chevauchements entre les réserves classées et des plantations de palmiers à huile.

4.6 Localisations et répartition des plantations et des populations dans la zone d'études

4.6.1 Répartition des lieux d'habitation en fonction des routes

La zone d'étude est traversée par 6 catégories de routes à savoir : les routes de plantation, les routes publiques, les routes départementales, les routes nationales, les routes régionales, les routes forestières secondaires. L'évaluation de la distance entre les 31 villages que contenait la zone d'étude, et les différents types de routes, a été réalisée en calculant la distance euclidienne entre ces villages et la route la plus proche.

Les résultats montrent que, 53% des villages sont situés à proximité des routes départementales, 25% près des routes publiques, 16%, près des routes de plantation, 3 % près des routes régionales et 3%, près des routes nationales (figure 14).

La figure 15 montre que les routes les plus éloignées, des villages sont, dans l'ordre décroissant, les routes nationales, les routes publiques, les routes de plantation, les routes départementales, les routes régionales. Cependant, lorsque nous comparons ces distances en fonction des distances moyennes par type de route, l'ordre devient le suivant du plus proche au plus éloigné : route régionale (252,48 m), route départementale (404,18 m), route de plantation (483,04 m), route publique (650,35 m) et route nationale (3163,25 m).

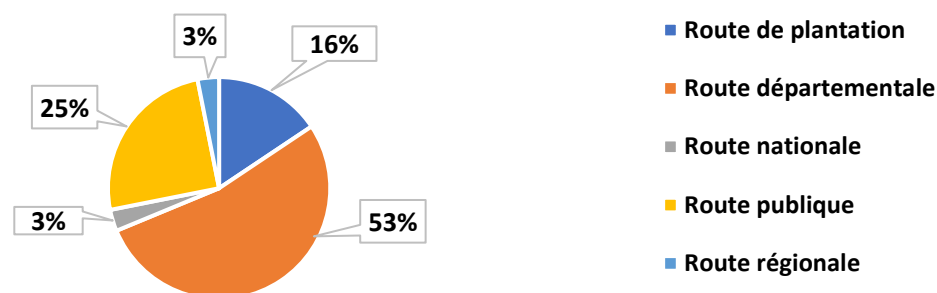


Figure 14: Répartition des lieux d'habitations en fonctions des routes.

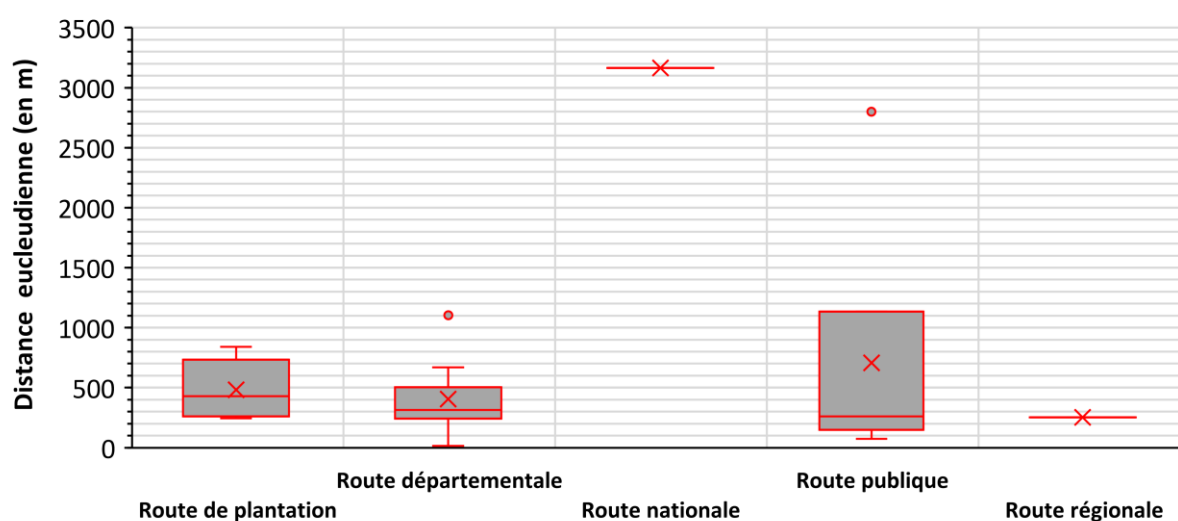


Figure 15: Distance entre lieux habitations et différents types de routes (en Km).

4.6.2 Répartition des plantations en fonction des types de routes

Les résultats de la figure 16 montrent que, 63 %, 20 %, 11 %, 3 %, 2 % et 1 % des plantations sont respectivement situées à proximité des routes de plantation, routes publiques, routes départementales, routes régionales, routes nationales et routes forestières secondaires (figure 16).

La figure 17 montre la répartition des distances moyennes par types de route, du plus proche au plus éloigné : routes de plantation (0 Km), routes départementales (0,27 Km), routes forestières secondaires (1,60 Km), routes publiques (4,39 Km), routes nationales (6,68 Km) et routes régionales (15,19 Km).

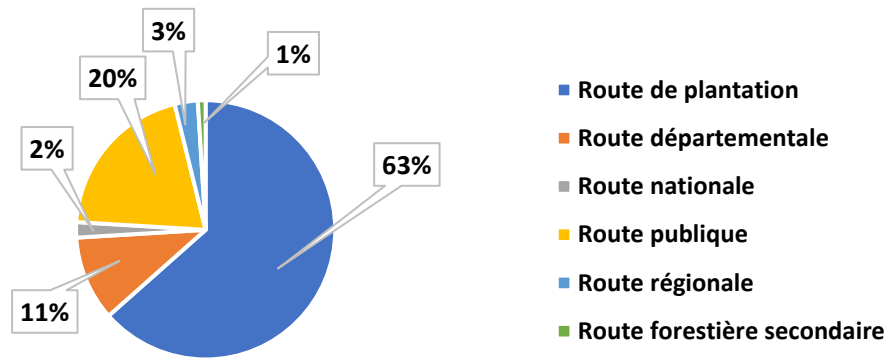


Figure 16: Répartition des plantations en fonctions des types de routes.

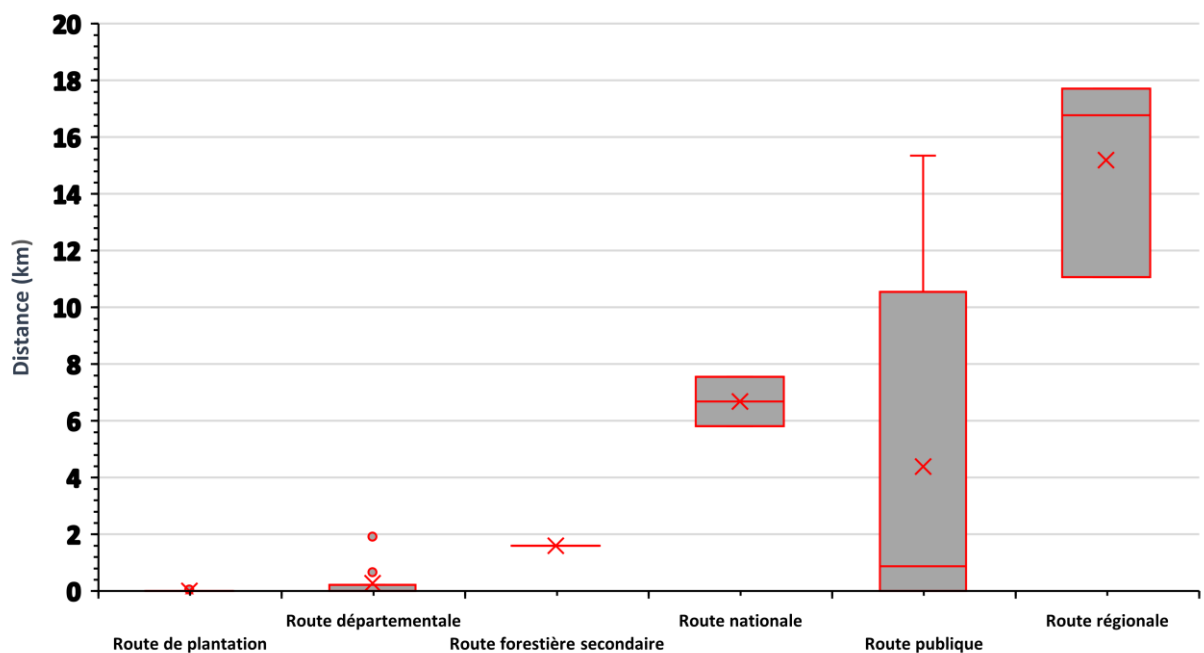


Figure 17: Distance entre les plantations et différents types de routes (en km).

4.6.3 Répartition des lieux d'habitation en fonction des plantations

La répartition de la distance des 31 villages de la zone d'étude aux deux plantations sont respectivement de 55% pour la plantation de SAFACAM et 45% pour les plantations de Mbongo (figure 18).

Les distances des villages aux plantations sont plus grandes dans la plantation de SAFACAM que celle de Mbongo. Quant à la distance moyenne entre les plantations, elle est plus faible dans la plantation de Mbongo (1,03 km) que celle de SAFACAM de (5,0 km). Cela indique que les villages situés autour de la plantation SAFACAM sont plus dispersés dans le paysage tandis que les villages situés à proximité des plantations de Mbongo sont plus concentrés dans le paysage (figure 19).

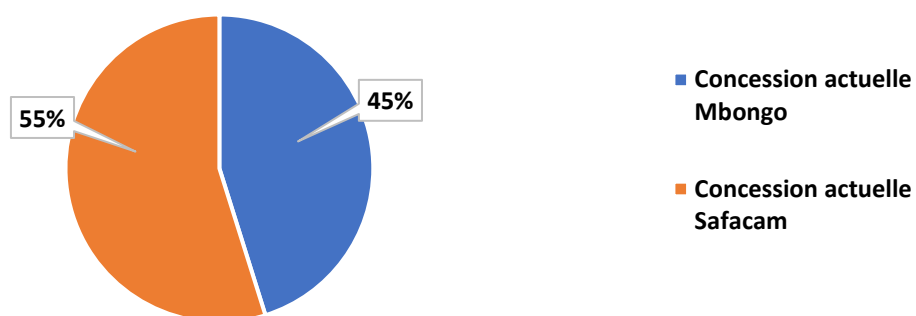


Figure 18: Répartition des lieux d'habitations en fonctions des plantations.

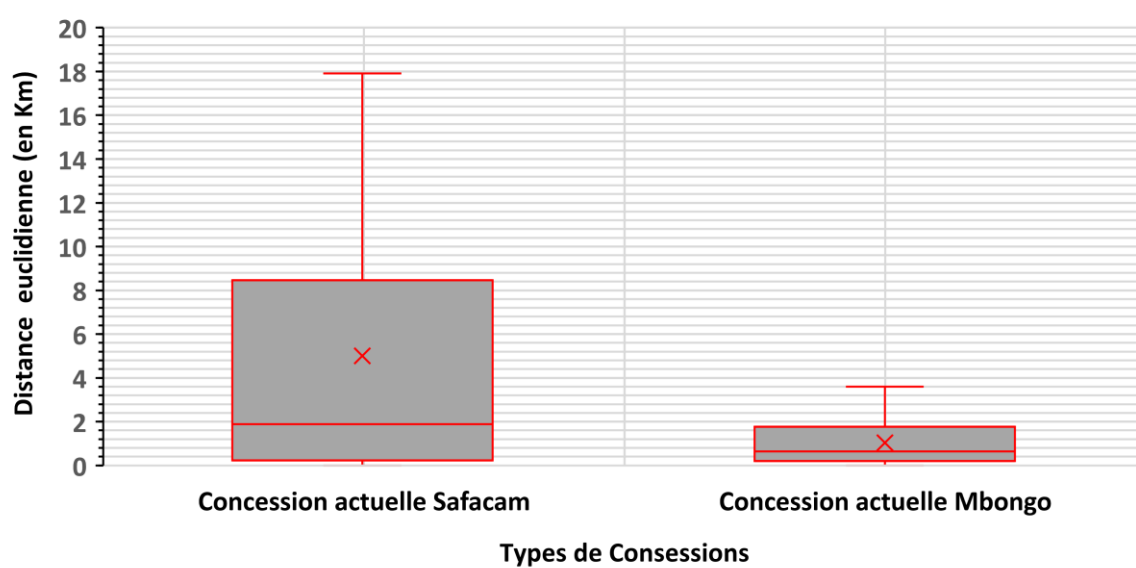


Figure 19: Distances des lieux d'habitations aux différents types de plantations.

CHAPITRE 5 : DISCUSSIONS DES RESULTATS, LIMITES ET PERSPECTIVES DE L'ETUDE

Dans ce chapitre, nous allons premièrement discuter de nos résultats sur la dégradation du paysage et les politiques en vigueur dans la zone d'étude, avec une approche critique, mais également procéder à des comparaisons de nos résultats avec les études précédentes. Deuxièmement, nous soulignerons les forces et limites de notre étude, tout en mettant en évidence les implications pratiques et les recommandations pour des politiques futures visant à promouvoir une agriculture de palmier à huile plus durable et respectueuse de l'environnement.

5.1 Cartographies des plantations des palmiers à huiles

Le premier objectif de cette étude était de cartographier les plantations de palmier à huile de la zone d'étude en utilisant des images satellitaires. Les résultats obtenus montrent que cet objectif n'a pas été atteint faute de données satellitaires notamment la bande verte de l'année 1973 qui n'était pas exploitable, car elle était bruitée.

Le choix des données et de la méthodologie se sont, eux aussi avérés incompatibles pour la zone d'étude. En se basant sur les indices NDI et NDVI, il aurait été difficile de dégager les plantations de palmiers à huile de leur arrière-fond, car les plants de palmiers à huiles ont un cycle de vie de 0 à 20 ans ce qui implique une rotation de plants, surtout pour les grandes firmes, afin de maximiser leur rendement. Il est important de noter que les plants de palmier à huile passent par différentes étapes, allant de la pépinière pendant la première année, suivie de trois ans de croissance végétative pour atteindre la première récolte (CIRAD, 2022). Le rendement maximal du plant est atteint vers la huitième année de vie, et ainsi commence alors sa dégénérescence de vie jusqu'à sa vingtième et dernière année de vie. Ainsi en appliquant notre méthodologie de base, qui était la classification image orientée pixel, la carte d'occupation du sol devrait être fortement biaisée. D'où le choix de nous baser sur les données des concessions de la SOCFIN et de l'Atlas forestier du Cameroun comme étant une référence pour les plantations de palmier à huile.

Le but de cartographier les plantations de palmier à huile était de pouvoir évaluer l'impact de cette activité sur le paysage environnant. Pour cela, nous avons effectué une carte de classification sur base du NDVI, qui catégorisait les palmiers à huile comme une classe à part

entière, cela nous a produit une carte d'occupation de sol qui confondait les classes « palmiers à huile » avec la classe « forêts mixtes » vu qu'elles ont des réflectances similaires. D'où le choix de regrouper ces deux classes en une unique classe « forêts mixtes ».

D'autres méthodes ont été utilisées sur Landsat pour cartographier les plantations de palmier à huile. Par exemple, Mayossa, (2021), a utilisé la classification par segmentation sur NDVI pour extraire les palmiers à huile des plantations de Kienkié au Cameroun. Les cartes obtenues de cette étude ont montré une bonne précision et des indices de Kappa respectivement compris entre 0,61 et 0,8 et entre 0,81 et 1.

Sur des images ayant une résolution de moins de 5 m telles que les images sentinelles, Worldview ou encore des QuickBird la classification orientée pixel peut être appliquée lorsque les palmiers ont déjà une taille supérieure à 1 m de hauteur (Akhtar et al., 2023). Ainsi grâce à son agencement spatial (figure 20) , il est plus facile de détecter les plants de palmier à huile via la classification supervisée orientée pixel (Chong et al., 2017).

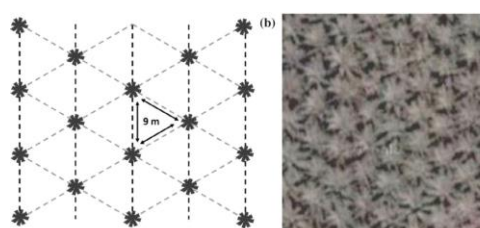


Figure 20: répartition spatiales des plants de palmiers à huile.

5.1.1 La fragmentation du paysage est plus sévère à l'intérieur des plantations qu'à l'extérieur des plantations (hypothèse 1).

En considérant tous les différents résultats obtenus grâce à des indicateurs spatiaux et statistiques, nous avons évalué et comparé la fragmentation du paysage à l'intérieur et à l'extérieur des plantations. Il en ressort que le paysage de la zone d'étude est en perpétuelle changement, avec des progressions (SAFACAM) et des régressions (Mbongo) dans les différentes classes. L'indice de Shannon uniformisé, est l'un des indices clés et déterminants qui nous a permis d'affirmer que la fragmentation du paysage est plus sévère à l'intérieur des plantations qu'à l'extérieur des plantations. En effet, cet indice tourne autour de 0,70 pour l'extérieur des plantations tandis qu'il est d'environ 0,50 à l'intérieur des plantations. Ce résultat est cohérent étant donné que la zone d'étude a une densité de population relativement faible d'environ 5 habitants/Km², et que la majorité de ces familles autochtones travaillent pour les plantations. En

effet, la politique de recrutement exigée par le gouvernement camerounais dans les lignes des contrats des concessions, est d'employer prioritairement les indigènes de la localité et non les riverains venus des grandes villes voisines ou étrangers (*Rapport d'enquête sur la Socapalm : une entreprise aux pratiques*, 2016). Ces familles pratiquent généralement l'agriculture de subsistance sur des parcelles familiales qui ne nécessitent pas de grandes parcelles (Djuidje, 2020; Ordway et al., 2017).

D'un autre côté, la firme SOCFIN a besoin de grandes parcelles pour ses plantations et dégrade les parcelles déjà acquises lors des précédentes concessions via des pratiques agricoles mécanisées ou chimiques. La firme SOCFIN, pratique donc une agriculture sur rendement afin de maximiser son profit, ce qui peut justifier cette fragmentation plus marquée à l'intérieur des plantations (Elong, 2003; Gerber, 2008; Ndjogui et al., 2014).

Il n'y pas que les activités forestières et agricoles qui sont responsables de cette fragmentation du paysage. Les infrastructures tels que, les réseaux routiers et les bâtiments sont des causes non négligeables qui sont des modes d'occupation du sol appartenant à la classe « Non végétalisée » dans notre étude. En effet, les indices des tableaux 9 et 10 et la figure 11, montrent une fragmentation plus forte dans les classes « forêts primaires » et « Non – végétalisée » pour les deux années.

Dans le contexte précédent, Mayossa (2019) a relevé que, dans la plantation de Kienké, l'agriculture industrielle et l'urbanisation sont deux phénomènes imbriqués qui concourent tous au développement de la structure urbaine et paysagère du pays. Dans le cas de la majeure partie des sociétés industrielles de palmeraies du Cameroun, l'implantation des palmeraies entraîne des créations des routes, des usines et des habitations. On assiste donc à une substitution des aires de forêt par ces nouvelles structures urbanistiques et paysagères.

5.1.2 Les politiques foncières du Cameroun notamment le plan de zonage forestier, la gouvernance foncière et la certification RSPO, freinent la dégradation du couvert forestier (hypothèse 2).

La politique foncière et forestière du Cameroun est établie par le pouvoir étatique du pays à travers les gouvernances mises sur pied via des arrêtés présidentiels ou ministériels (Bendegue, 2018; Djame, 2018; Fonjong et al., 2010; Nonga, 2018; Rapport Final Evaluation de la gouvernance foncière au Cameroun, 2020). Cependant, en fonction du secteur d'activité,

plusieurs ministères se retrouvent confrontés à des litiges fonciers, ce qui entraîne des successions de conflits tant au niveau du gouvernement qu'au niveau communautaire (Rapport Final Evaluation de la gouvernance foncière au Cameroun, 2020). Le manque de synchronisation entre les ministères crée des lacunes et des conflits au niveau du MINDAF. Quant au plan de zonage forestier 1994, mis en place pour mieux gérer les modes d'occupation des sols, il s'est avéré insuffisant, car des conflits fonciers persistent et certaines pratiques qui vont à l'encontre de ce plan continuent d'être observées. Dans notre cas d'étude, nous avons observé des propositions d'extension de plantations de palmier à huile qui empiètent sur les zones de réserve naturelles, mais qui sont malgré tout soumises à l'État pour la validation. Par exemple, l'extension de la plantation de Mbongo si elle est validée par le gouvernement retranchera 22,38 Km² à la réserve du parc National Douala- Edéa. Quant à l'extension de SAFACAM, elle retrancherait 1,57 Km² à la réserve de faune du lac Ossa. Cette dernière superficie peut être négligeable, car elle découle probablement d'un problème de précision des données utilisées pour la réalisation de ces cartes. En effet d'autres auteurs comme Djuidje (2020), ont fait le même constat quant à la précision des données et déduisent qu'elles sont probablement dues aux fautes que les images satellitaires utilisées pour la conception de cette base de données étaient des anciennes images Landsat avec des résolutions supérieures à 30 m.

Les conflits d'usage foncier se font également ressentir dans le domaine minier et agricole. C'est le cas actuel, dans des concessions de la société minière CAMIRON qui a obtenu un décret d'utilité publique qui empiète sur les plantations agro - industrielle de la société HEVEACAM créant ainsi des conflits entre les deux opérateurs (Rapport Final Evaluation de la gouvernance foncière au Cameroun, 2020). Ces chevauchements sont la conséquence des formulations exclusives de l'ancien code minier, qui entraînent la superposition des titres miniers sur des concessions forestières et des aires protégées (Rapport Final Evaluation de la gouvernance foncière au Cameroun, 2020). Tous ces éléments nous permettent de dire que l'hypothèse est rejetée.

Les politiques internationales se sont souvent avérées être une solution pour une agriculture de palmier à huile durable ceci se traduisant par l'engagement des entreprises à la non-déforestation, la traçabilité des chaînes d'approvisionnement, les tables rondes entre les différents acteurs du secteur élæicole. Nous nous sommes penchés sur l'un de ces aspects, à savoir la certification RSPO. Dans notre zone d'étude, nous avons constaté certaines irrégularités

concernant cette certification, notamment la durée de validité de cinq ans prévus pour toute certification. La plantation de Mbongo a une certification allant du 02/11/2021 au 01/11/2026 et celle de SAFACAM à une certification allant du 30/12/2020 au 29/12/2025 (Akhtar et al., 2023) (SOCFIN, 2023). Malgré leur proximité aux réserves naturelles, elles ont obtenu la certifications RSPO. Ce qui crée une confusion car, pendant la durée de la certification, elles sont autorisées à commercialiser leurs produits avec le logo de certification durable de la RSPO, même si les futures concessions pourraient remettre en question la durabilité de leurs pratiques.

En ce qui concerne les méthodes d'évaluation et de surveillance des plantations certifiées RSPO, il a été reconnu qu'elles se font principalement à distance, via les images satellitaires, avec peu de visites de terrain, ce qui remet une fois de plus des questions sur leur fiabilité (Do, 2018; Mayossa, 2019).

5.1.3 L'implantation des foyers d'habitats se font préférentiellement à proximité des routes des plantations de palmier à huile (hypothèse 3).

Les résultats des distances entre les foyers d'habitation et les différentes catégories de route ont permis de réfuter cette hypothèse. La proximité est définie en fonction de la distance et du temps de parcours à pied des ménages pour les sites de plantation, soit une distance maximale d'environ 6 Km pour une heure. En effet, il a été constaté que 53 % des villages se trouvent à proximité des routes départementales. Cette proximité aux routes départementales peut être expliquée par les processus de développement des villes dans les pays en développement, notamment au Cameroun. Un adage couramment utilisé résume cette situation : « Là où la route passe, le développement suit ». Selon cette perspective, la route est le vecteur crucial qui lie le transport à l'économie (Minfegue, 2017). Par la même occasion, cette expression nous permet de définir la séquence chronologique des processus généraux de l'aménagement du territoire au Cameroun qui est la suivante : la mise en place des routes, le développement des activités économiques, puis l'implantation des habitations. Les routes départementales, qu'elles soient bitumées ou non, relient, les arrondissements au chef - lieu de département à l'intérieur d'une même région administrative. Elles sont les plus fréquemment créées, que ce soit par le gouvernement ou les populations locales. Fortes de cette compréhension, une fois qu'une route est établie, les communautés s'installent autour de celle - ci, favorisant ainsi l'essor des activités commerciales à l'intérieur du département.

5.1.4 L'implantation des plantations se font préférentiellement à proximité des routes nationales (hypothèse 4).

Les résultats de distance obtenues révèlent que 63% des routes de plantation se situent à proximité des plantations, tandis que seulement 2% des routes nationales présentent cette proximité, ce qui permet de réfuter l'hypothèse évoquée précédemment. Néanmoins, il convient de noter que les routes de plantation sont principalement situées à l'intérieur des concessions des plantations, d'où ce pourcentage élevé de proximité et des distances nulles. En revanche, la route nationale N°3, bien qu'ayant un pourcentage très faible de proximité avec les plantations, se trouve tout de même à des distances variables de 5 à 7 km, ce qui peut être considéré comme relativement proche. Comme relevé par Djuidje (2020), il est évident que les entreprises agro – industrielles aient tendance à s'implanter à proximité des routes nationales. Dans notre cas, la proximité à la « National N° 3 » présente un avantage majeur pour améliorer la productivité de la firme (Annexes 5). En effet, la récolte des palmistes a généralement lieu tous les 15 jours, et une fois récoltés, ils doivent impérativement être acheminés à la raffinerie située à environ une soixantaine de kilomètres de là, dans la ville de Douala. De plus, le filiale SOCAPALM dispose également d'installations de stockage d'huile au port de Douala, appelée Socaport, qui doivent être approvisionnées en permanence pour les transactions commerciales.

5.1.5 L'implantation des foyers d'habitats se font préférentiellement à proximité de la plantation de palmier à huile de SAFACAM (hypothèse 5).

Cette hypothèse suggère que les zones environnantes de la plantation de SAFACAM présentent une attractivité pour l'établissement d'habitats humains, probablement en raison de la présence d'activités économiques et de services liés à la plantation. Les résultats des analyses spatiales effectuées montrent que 55% des lieux d'habitation sont proches de la plantation de SAFACAM, contre 45% pour la plantation de Mbongo. De plus, l'observation et l'étude de la carte d'occupation du sol de 1973 montrent clairement l'absence de tissus urbains dans la zone d'étude. Les habitats se seraient donc installés après la création des plantations. Ces résultats nous permettent d'affirmer cette hypothèse.

La répartition spatiale des habitats autour de la plantation de SAFACAM est plus étalée dans le paysage, ce qui explique les distances aussi élevées. En revanche, les habitations autour de la plantation de Mbongo sont plus concentrées et se situent à proximité de la route départementale. Bien sûr, ces éléments ne permettent pas d'expliquer avec précision la

dégradation du paysage plus marqué dans la plantation de Safacam, mais est une preuve de l'attractivité de la plantation de SAFACAM. Il s'agit d'une relation de corrélation entre ses deux variables et non une relation de causalité. Les études menées par Ordway et al. (2017), dans la région voisine de la nôtre, le Sud-Ouest révèlent que la distance moyenne entre les plantations et les ménages était de $3,56 \pm 5,90$ Km. Ce qui corrobore avec celle obtenue dans notre étude qui est 1,03 km dans la plantation de Mbongo et de 5,0 km dans la plantation de SAFACAM.

L'attractivité de cette zone peut être considérée comme un problème à long terme, étant donné que la population camerounaise continue de croître. Une forte attractivité pourrait entraîner une dégradation importante de la couverture forestière dans la zone d'étude, soit en raison d'activités humaines, soit en raison de l'expansion des cultures de palmier à huile. Cette hypothèse a aussi été confirmée par Djuidje, (2020) et Mayossa, (2021) dans leurs études.

5.2 Quelques pistes de solutions

Certaines solutions ont été répertoriées par des ONG locales et internationales (*Rapport d'enquête sur la Socapalm: une entreprise aux pratiques*, 2016; WWF, 2020) qui militent au quotidien pour une agriculture de palmier à huile plus durable. En nous basant sur le rapport de ces ONG qui sont présentes de manière perpétuelle sur le terrain et nos connaissances propres du terrain, nous pouvons proposer les solutions suivantes :

- De manière générale, il est impératif de suspendre le développement des investissements dans le secteur d'huile de palme au Cameroun jusqu'à l'élaboration d'une feuille de route conduisant à une nouvelle politique gouvernementale. En absence d'une telle feuille de route, toutes les parties prenantes concernées, telles que les populations locales, les ONG et les investisseurs, devraient être consultées dans le processus de prise de décision avant d'accorder une nouvelle zone de concession pour les plantations de palmier à huile.
- Pour chaque concession potentielle de culture du palmier à huile, il est essentiel de mener une évaluation de la présence et de l'absence de zone à haute valeur de conservation, indépendamment de l'adhésion ou non de la société à la RSPO, afin de pouvoir préserver la biodiversité dans le bassin du Congo.
- À court terme, des mesures devraient être étudiées pour atteindre l'autosuffisance nationale en huile de palme en augmentant la production et les rendements des plantations existantes. Il est primordial d'évaluer les risques environnementaux et sociétaux potentiels des plantations proposées par une partie indépendante, ainsi que leur impact sur les populations

locales, les émissions de gaz à effet de serre, etc. Un plan crédible de gestion des risques devra ensuite être mis en place.

- A moyen terme, une planification territoriale équilibrée entre les activités agro-industrielles et la conservation, y compris REDD+ (Réduction des émissions dues à la déforestation et à la dégradation des forêts). Une évaluation nationale des zones à haute valeur de conservation (HVC) doit être effectuée, permettant d'identifier et de cartographier les zones appropriées pour le développement du palmier à huile, tout en renforçant le respect des plans établis.

- A long terme, pour assurer une expansion responsable et durable de l'agro-industrie du palmier à huile en zone forestière, il est essentiel de réaliser une évaluation environnementale stratégique sectorielle. Cette évaluation permettra de mieux comprendre les impacts potentiels de cette expansion sur l'environnement à grande échelle et d'identifier les mesures de gestion environnementale appropriées.

5.3 Limites, suggestions et perspectives

Une enquête de terrain aurait été un plus, pour cette étude afin de pouvoir comparer les processus de transformation induits par la culture du palmier à huile sur le couvert forestier camerounais, tel qu'identifiés par la télédétection, avec la réalité sur le terrain.

La seconde limite réside très certainement dans l'indisponibilité d'images aériennes exploitables pour un meilleur suivi dans les zones tropicales, en raison de la nébulosité et des imperfections techniques liées aux satellites lors des prises d'images. En effet, une image aérienne d'après 1994, aurait permis de comparer la gouvernance foncière et le plan de zonage forestier. Et l'image de 2023, aurait permis d'évaluer l'influence de la certification RSPO sur le mode d'occupation du sol de la zone d'étude, car avec l'image de 2021, on est très proche des dates de certification des deux plantations.

Les études futures pourraient certainement prendre en compte ces remarques précédemment évoquées en se tournant, par exemple, vers les images sentinelle - 2B, qui offrent non seulement une résolution plus fine, mais aussi possède des corrections radiométriques et atmosphériques plus précises (*EarthExplorer*, 2023). Il serait également judicieux d'étendre les analyses à l'ensemble des plantations de la filiale SOCFIN quelques années après l'expiration des certifications RSPO, afin d'étudier sur une période plus longue l'impact de cette certification sur la production d'huile de palme de la filiale SOCFIN.

CHAPITRE 6 : CONCLUSION

La présente étude a examiné les multiples aspects liés à l'expansion de l'industrie de palmier à huile au Cameroun et son impact sur l'environnement. En utilisant des méthodes de télédétection et d'analyses spatiales, nous avons réussi à cartographier les plantations de palmier à huile et évaluer leur dynamique d'évolution au fil du temps. Nous avons également mis en évidence la dégradation du couvert forestier résultant de cette expansion, ainsi que les risques environnementaux et sociétaux associés. Une des conclusions principales de cette étude est que l'expansion des plantations de palmier à huile est associée à une dégradation significative du couvert forestier dans la région étudiée. Cette dégradation menace la biodiversité et les services écosystémiques fournis par les forêts.

Les politiques foncières et forestières actuelles ainsi que la certification de durabilité RSPO ne semblent pas suffisamment efficaces pour freiner cette dégradation. Il est donc essentiel de repenser ces politiques et de mettre en place des mesures plus rigoureuses pour réglementer l'expansion de l'industrie de palmier à huile et qui intègrent les différentes parties prenantes telles les communautés locales et les ONG. Il est aussi important de sensibiliser tous les acteurs impliqués dans cette industrie afin qu'ils puissent s'engager vers une approche plus durable et responsable tout en préservant l'environnement et en répondant aux défis liés aux changements climatiques. Ces actions garantiront une prise de décision éclairée et éthique dans le développement du secteur de l'huile de palme au Cameroun.

L'avenir de l'industrie de palmier à huile au Cameroun dépend de sa capacité à mettre en œuvre des politiques et des pratiques qui respectent l'équilibre entre le développement économique et la conservation de notre environnement naturel.

BIBLIOGRAPHIE

- Abramowitz, J., Cherrington, E., Griffin, R., Muench, R., & Mensah, F. (2023). Differentiating oil palm plantations from natural forest to improve land cover mapping in Ghana. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 30, 100968. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2023.100968>
- Akhtar, M. N., Ansari, E., Alhady, S. S. N., & Abu Bakar, E. (2023). Leveraging on Advanced Remote Sensing- and Artificial Intelligence-Based Technologies to Manage Palm Oil Plantation for Current Global Scenario: A Review. *Agriculture*, 13(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/agriculture13020504>
- Barral, S. (2017). Déforestation et palmier à huile. Diversité des productions et réception de la critique. *Savoir/Agir*, 39(1), 110-115. <https://doi.org/10.3917/sava.039.0110>
- Bendegue, J.-M. V. (2018). Le Régime Foncier Et Domanial Au Cameroun. In O. C. Ruppel & E. D. K. Yogo (Éds.), *Environmental law and policy in Cameroon—Towards making Africa the tree of life | Droit et politique de l'environnement au Cameroun—Afin de faire de l'Afrique l'arbre de vie* (1^{re} éd., p. 335-349). Nomos Verlagsgesellschaft mbH. <https://www.jstor.org/stable/j.ctv941sr6.20>
- Chong, K. L., Kanniah, K. D., Pohl, C., & Tan, K. P. (2017). A review of remote sensing applications for oil palm studies. *Geo-spatial Information Science*, 20(2), 184-200. <https://doi.org/10.1080/10095020.2017.1337317>
- CIRAD. (2022, avril 14). *Plantes et usages*. CIRAD. <https://www.cirad.fr/nos-activites-notre-impact/filieres-agricoles-tropicales/palmier-a-huile/plantes-et-usages>
- Decrouy, A. (2023). *Dégradation de l'environnement : Définition, causes et conséquences*. projetecolo.com. <https://www.projetecolo.com/degradation-de-l-environnement-definition-causes-et-consequences-108.html>
- Djame, F. N. (2018). Elements D'introduction Au Droit Forestier Camerounais. In O. C. Ruppel & E. D. K. Yogo (Éds.), *Environmental law and policy in Cameroon—Towards making Africa the tree of life | Droit et politique de l'environnement au Cameroun—Afin de faire de l'Afrique*

- l'arbre de vie* (1^{re} éd., p. 476-501). Nomos Verlagsgesellschaft mbH.
<https://www.jstor.org/stable/j.ctv941sr6.27>
- Djuidge, D. (2020). *Compétition entre utilisations des terres et plan de zonage forestier au Cameroun*. Faculté des sciences, Université catholique de Louvain, 2020. Prom : Lambin, Eric ; Meyfroidt, Patrick. [<http://hdl.handle.net/2078.1/thesis:24276>]
- Do, D. T. (2018). *De la déforestation à la certification de l'huile de palme durable : Analyse du processus d'élaboration du label de la RSPO à travers son document de guidance*. Faculté des bioingénieurs, Université catholique de Louvain, 2018. Prom. : Farcy, Christine.
<http://hdl.handle.net/2078.1/thesis:17240>
- EarthExplorer*. (s. d.). Consulté 11 août 2023, à l'adresse <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- Elong, J. G. (2003). Les plantations villageoises de palmier à huile de la Socapalm dans le bas-Moungo (Cameroun) : Un projet mal intégré aux préoccupations des paysans. *Les Cahiers d'Outre-Mer. Revue de géographie de Bordeaux*, 56(224), Article 224.
<https://doi.org/10.4000/com.738>
- Essougong, U. P. K., & Tegua, S. J. M. (2019). How secure are land rights in Cameroon? A review of the evolution of land tenure system and its implications on tenure security and rural livelihoods. *GeoJournal*, 84(6), 1645-1656.
- Fonjong, L., Sama-Lang, I., & Lawrence Fon, F. (2010). An Assessment of the Evolution of Land Tenure System in Cameroon and its Effects on Women's Land Rights and Food Security. *Perspectives on Global Development and Technology*, 9(1-2), 154-169.
<https://doi.org/10.1163/156914910X487979>
- Friedlingstein, P., O'Sullivan, M., Jones, M. W., Andrew, R. M., Hauck, J., Olsen, A., Peters, G. P., Peters, W., Pongratz, J., Sitch, S., Le Quéré, C., Canadell, J. G., Ciais, P., Jackson, R. B., Alin, S., Aragão, L. E. O. C., Arneeth, A., Arora, V., Bates, N. R., ... Zaehle, S. (2020). Global Carbon Budget 2020. *Earth System Science Data*, 12(4), 3269-3340. <https://doi.org/10.5194/essd-12-3269-2020>
- Gerber, J.-F. (2008). *Résistances contre deux géants industriels en forêt tropicale : Populations locales versus plantations commerciales d'hévéas et de palmiers à huile dans le Sud-Cameroun*. <https://repub.eur.nl/pub/95596/>

- Kipli, K., Osman, S., Joseph, A., Zen, H., Awang Salleh, D. N. S. D., Lit, A., & Chin, K. L. (2023). Deep learning applications for oil palm tree detection and counting. *Smart Agricultural Technology*, 5, 100241. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2023.100241>
- Li, L., Dong, J., Njeudeng Tenku, S., & Xiao, X. (2015). Mapping Oil Palm Plantations in Cameroon Using PALSAR 50-m Orthorectified Mosaic Images. *Remote Sensing*, 7(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/rs70201206>
- Loubota Panzou, G. J., Doucet, J.-L., Loumeto, J.-J., Biwole, A., Bauwens, S., & Fayolle, A. (2016). Biomasse et stocks de carbone des forêts tropicales africaines (synthèse bibliographique). *BASE*. <https://doi.org/10.25518/1780-4507.13232>
- Mayossa, P. C. K. (2019). *Dégradation du couvert forestier liée à la culture du palmier à huile par télédétection en milieu tropical humide : Application au bassin du Congo* [Phdthesis, Aix-Marseille Université]. <https://hal-amu.archives-ouvertes.fr/tel-02396595>
- Minfegue, C. (2017). “ “Là où la route passe, le développement suit\ldots” une critique de la portée sociale de l’action publique routière en espace frontalier au Cameroun ”. *Doctoriales, Edition 2018 de la Faculté de Sciences Sociales et de Gestion de l’Université Catholique d’Afrique Centrale*. <https://hal.univ-grenoble-alpes.fr/hal-01820261>
- Ndjogui, T. E., Nkongho, R. N., Rafflegeau, S., Feintrenie, L., & Levang, P. (2014). *Historique du secteur palmier à huile au Cameroun*. Center for International Forestry Research (CIFOR).
- Nikoloyuk, N., & Burns, T. R. (2010). Sustainable Palm Oil : The Promise and Limitations of Partnered Governance. *Journal of Corporate Governance*, 10(1), 59-72.
- Nkongho, R. (2015). *Les conditions du développement durable des plantations villageoises de palmiers à huile au Cameroun*. [Phdthesis, Université Paul Valéry - Montpellier III]. <https://theses.hal.science/tel-01346494>
- Nonga, M. N. (2018). Politique Agricole Et Gouvernance Foncière Au Cameroun. In O. C. Ruppel & E. D. K. Yogo (Éds.), *Environmental law and policy in Cameroon—Towards making Africa the tree of life | Droit et politique de l’environnement au Cameroun—Afin de faire de l’Afrique l’arbre de vie* (1^{re} éd., p. 350-371). Nomos Verlagsgesellschaft mbH. <https://www.jstor.org/stable/j.ctv941sr6.21>

- Ordway, E. M., Naylor, R. L., Nkongho, R. N., & Lambin, E. F. (2017). Oil palm expansion in Cameroon : Insights into sustainability opportunities and challenges in Africa. *Global Environmental Change*, 47, 190-200. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.10.009>
- Pérez, A. J., López, F., Benlloch, J. V., & Christensen, S. (2000). Colour and shape analysis techniques for weed detection in cereal fields. *Computers and Electronics in Agriculture*, 25(3), 197-212. Scopus. [https://doi.org/10.1016/S0168-1699\(99\)00068-X](https://doi.org/10.1016/S0168-1699(99)00068-X)
- Piette, J. (2022). *Remoteness as an inhibitor or a promotor for cocoa farm-level socioeconomic and environmental sustainability in Ecuador* [Mémoire, Faculté des sciences, Université catholique de Louvain]. <http://hdl.handle.net/2078.1/thesis:3574>.
- Rapport d'enquête sur la Socapalm : Une entreprise aux pratiques.* (2016). [par B. David]. Service National Justice et paix Conférence Episcopale Nationale du Cameroun.
- Rapport Final Evaluation de la gouvernance foncière au Cameroun, H. (2020). *Evaluation nationale de la gouvernance foncière pour l'amélioration de la prise en compte dans la Stratégie de Développement du Secteur Rural (SDSR) et le Plan National d'Investissement (PNIA)*.
- Rival, A., & Levang, P. (2013). *La palme des controverses : Palmier à huile et enjeux de développement*. Editions Quae.
- RSPO. (2023). *Why sustainable palm oil?* Roundtable on Sustainable Palm Oil (RSPO). <https://rspo.org/why-sustainable-palm-oil/>
- Santoro, M., Cartus, O., Carvalhais, N., Rozendaal, D. M. A., Avitabile, V., Araza, A., de Bruin, S., Herold, M., Quegan, S., Rodríguez-Veiga, P., Balzter, H., Carreiras, J., Schepaschenko, D., Korets, M., Shimada, M., Itoh, T., Moreno Martínez, Á., Cavlovic, J., Cazzolla Gatti, R., ... Willcock, S. (2021). The global forest above-ground biomass pool for 2010 estimated from high-resolution satellite observations. *Earth System Science Data*, 13(8), 3927-3950. <https://doi.org/10.5194/essd-13-3927-2021>
- Sarah, L., & Billal, G. (2022). *L'impact de la pandémie du Covid-19 sur l'économie mondiale*. 07, 22.
- Slik, J. W. F., Paoli, G., McGuire, K., Amaral, I., Barroso, J., Bastian, M., Blanc, L., Bongers, F., Boundja, P., Clark, C., Collins, M., Dauby, G., Ding, Y., Doucet, J.-L., Eler, E., Ferreira, L., Forshed, O., Fredriksson, G., Gillet, J.-F., ... Zweifel, N. (2013). Large trees drive forest aboveground

- biomass variation in moist lowland forests across the tropics : Large trees and tropical forest biomass. *Global Ecology and Biogeography*, 22(12), 1261-1271. <https://doi.org/10.1111/geb.12092>
- USDA. (2023). *Explorateur d'huile de palme*. <https://ipad.fas.usda.gov/cropexplorer/cropview/commodityView.aspx?cropid=4243000>
- Voituriez, T. (2022). *Huile de palme : L'année de tous les records* [Book_section]. Cyclope 2022 : Les marchés mondiaux. « Le monde d'hier »; Economica. <https://agritrop.cirad.fr/602221/>
- Woebbecke, D., Meyer, G., Bargaen, K., & Mortensen, D. (1995). Color Indices for Weed Identification Under Various Soil, Residue, and Lighting Conditions. *Transactions of the ASAE*, 38, 259-269. <https://doi.org/10.13031/2013.27838>
- WWF. (2020). *Lutter contre la déforestation* | WWF France. <https://www.wwf.fr/champs-daction/alimentation/deforestation>

Tables des figures

Figure 1: a) Pourcentage des importations mondiales d'huile de palme en 2021 en (%). Source (USDA, 2022) modifié ; b) Pourcentage des importations mondiales d'huile de palme en 2022 en (%). Source (USDA, 2022) modifié.....	6
Figure 2: Produits dérivés du palmier à huile et leurs usages. SOURCE (Paquet, 2012).....	7
Figure 3 : Aires de répartition des zones favorables à l'agriculture de palmier à huile dans le monde en 2017. (Mayossa, 2019).....	8
Figure 4: Aires de répartition des zones favorables à l'agriculture de palmier à huile au Cameroun. Source : ((Ndjogui et al., 2014), INC, 2007).	10
Figure 5: schéma d'implémentation du zonage forestier camerounais d'après la loi forestière de 1994 (Djuidje, 2020).....	14
Figure 6: ligne de temps des labels d'huile de palme (Do, 2018).	15
Figure 7: présentation de la zone d'étude.....	18
Figure 8 : zones Agro- écologique du Cameroun avec notre zone d'étude en rouge. Source IRAD (2000).	19
Figure 9: carte de NDI de la zone d'étude de 2021.	33
Figure 10: cartes de l'indice NDVI de la zone d'étude en 1973 et 2012.....	34
Figure 11: cartes d'occupations du sol en 1973 et 2021.....	35
Figure 12: Carte de détection du changement ou matrice de changement. Les classes composées et possédant un trait d'union sont considérées comme inchangées, et celle avec une flèche sont considérées comme ayant changées entre 1973 et 2021.	38
Figure 13 : plan du zonage forestier de la zone d'étude montrant des chevauchements entre les réserves classées et des plantations de palmiers à huile.....	42
Figure 14: Répartition des lieux d'habitations en fonctions des routes.....	43
Figure 15: Distance entre lieux habitations et différents types de routes (en Km).....	43
Figure 16: Répartition des plantations en fonctions des types de routes.....	44
Figure 17: Distance entre les plantations et différents types de routes (en km).	44
Figure 18: Répartition des lieux d'habitations en fonctions des plantations.	45
Figure 19: Distances des lieux d'habitations aux différents types de plantations.	45
Figure 20: répartition spatiales des plants de palmiers à huile.	47

Table des Tableaux

Tableau 1: conditions pédoclimatiques pour le développement du palmier à huile (source : (CIRAD, 2022; Mayossa, 2019; Ndjogui et al., 2014; Nkongho, 2015).	8
Tableau 2: caractéristiques de l'image Landsat 1 MSS de 1973.....	21
Tableau 3 : caractéristiques de l'image Landsat 8 OLI/TIRS de 2021.	21
Tableau 4: matrice de confusion de le classification supervisée.....	26
Tableau 5 : Proportions et pourcentages des classes d'occupations du sol en 1973 et 2021.	35
Tableau 6: Proportions et pourcentages des classes d'occupations du sol en 1973 et 2021.	37
Tableau 7: Matrice de confusion pour la carte d'occupation du sol de 2021.	37
Tableau 8: matrice de transition et évolution des surfaces en Km ² de l'occupations du sol de la zone d'étude entre 1973 et 2021.	39
Tableau 9: Taux de changement global.	39
Tableau 10: évolutions de la fragmentation du paysage.....	40

ANNEXES :

Annexes 1 : récapitulatifs des données utilisées et leurs sources.

Variables	Sources
Politique forestiers (unité du zonage forestier)	Atlas forestier interactif du Cameroun , (Djuidje, 2020)
Lieu habités	Atlas forestier interactif du Cameroun
Densité de population	Worldpop
Réseaux routiers	Atlas forestier interactif du Cameroun
Zones protégés	Atlas forestier interactif du Cameroun
Images aériennes de 1973 et 2021	Earth Explorer
Politique foncières	Evaluation de la gouvernance foncière du Cameroun (Bendegue, 2018; Nonga, 2018)
Certification RSPO	SOCFIN ,RSPO
Concession future des plantations	SOCFIN
Concession actuelle des plantations	Atlas forestier interactif du Cameroun , SOCFIN (Djuidje, 2020)
Données de références	Google Earth pro et https://carpe.umd.edu/carpemaps/

Annexes 2 : Importations mondiales d'huile de palme en 2021. Source (USDA, 2022) modifié.

Importations mondiales d'huile de palme en 2021			
Rang	Pays	Pourcentage des importations mondiales (%)	Importations (1000 MT)
1	Inde	19%	8004
2	Union européenne	12%	4979
3	Chine	11%	4387
4	Pakistan	7%	2824
5	États-Unis	4%	1593
6	Bangladesh	3%	1339
7	Malaisie	3%	1237
8	Égypte	3%	1196
9	Philippines	3%	1177
10	Viêt Nam	2%	995
11	Autres	33%	13918
	Totaux	100%	41649

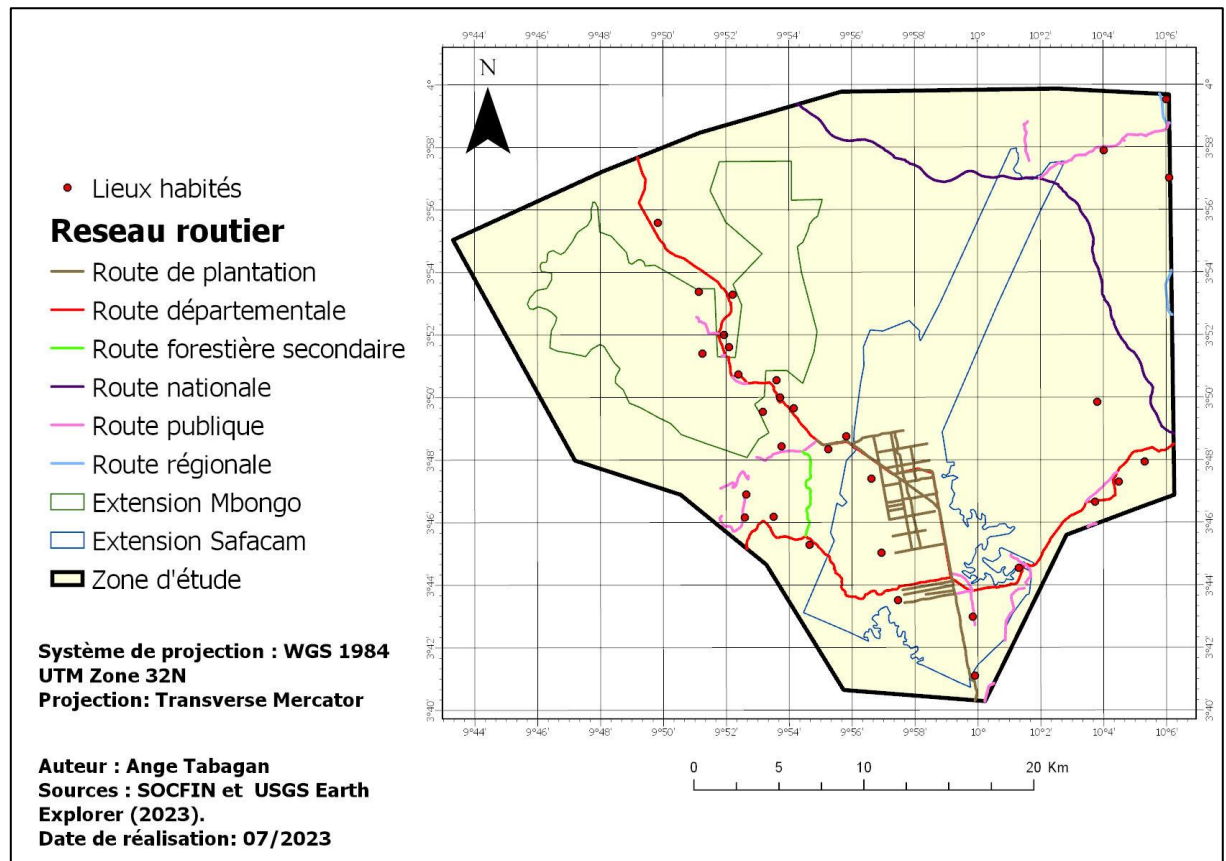
Annexes 3 : Importations mondiales d'huile de palme en 2022. Source (USDA, 2022) modifié.

Importations mondiales d'huile de palme en 2022			
Rang	Pays	Pourcentage des importations mondiales (%)	Importations (1000 MT)
1	Inde	19%	9000
2	Chine	15%	7300
3	Union européenne	10%	4800
4	Pakistan	7%	3700
5	États-Unis	4%	1900
6	Bangladesh	3%	1650
7	Égypte	2%	1400
8	Philippines	2%	1230
9	Kenya	2%	1200
10	Birmanie	2%	1050
11	Autres	32%	15373
	Totaux	1	48603

Annexes 4 : Tableau : superficies des différents changements du paysage.

Classes	Superficie en Km ²
Eau	67,23
Non végétalisés	11,06
Forêts Primaires	0,04
Forêts mixtes	1,46
Eau → Non végétalisés	0,55
Non végétalisés - Non végétalisés	24,46
Forêts Primaires → Non végétalisés	57,81
Forêts mixtes → Non végétalisés	152,89
Eau → Forêts Primaires	0,00
Non végétalisés → Forêts Primaires	0,11
Forêts Primaires - Forêts Primaires	24,52
Forêts mixtes → Forêts Primaires	55,72
Eau → Forêts mixtes	0,08
Non végétalisés → Forêt mixtes	5,66
Forêts Primaires → Forêt mixtes	224,80
Forêts mixtes - Forêt mixtes	377,43

Annexes 5 : Carte du réseau routier et des lieux d'habitations



Annexes 6 : Tableau des distances entre les lieux habités et les routes

Lieux d'habitations	Types de routes	Distance entre la plantation et les types de routes (m)
Douala	Route de plantation	840,03
Mbalmayo	Route de plantation	429,57
Ndjélsa	Route de plantation	245,49
Song Mbengué	Route de plantation	624,95
Soné	Route de plantation	275,14
Logot	Route départementale	1120,92
Somsé	Route départementale	290,15
Mbanda	Route départementale	248,64
Sakmbanda	Route départementale	189,85
Ndonga	Route départementale	368,69
Dikola	Route départementale	273,62
Ile	Route départementale	71,18
Songueland	Route départementale	319,78
Ekité	Route départementale	669,95
DIZANGUE	Route départementale	235,76
Ndogbom	Route départementale	585,08
Village 3	Route départementale	368,26
Mbongo	Route départementale	312,94
Piti Dibamba	Route départementale	421,75
Village I	Route départementale	1104,62
Nkondjok	Route départementale	275,21
Bilola	Route départementale	14,62
Mévia	Route nationale	3163,25
Koungué	Route publique	314,99
Ndoghégdjong	Route publique	147,19
Village 4	Route publique	261,44
Kopongo	Route publique	2800,81
Log Badjek	Route publique	216,81
Katkat	Route publique	73,86
Village 5	Route publique	1135,25
Bessombé	Route régionale	252,48

Annexes 7 : Tableaux des distances entre les plantations et les routes

Lieux d'habitations	Distance euclidienne (en m)	Nom des plantations
Village I	0,00	Concession actuelle Mbongo
Village 5	136,46	Concession actuelle Mbongo
Koungué	1191,78	Concession actuelle Mbongo
Logot	407,15	Concession actuelle Mbongo
Ndoghégdjong	3601,87	Concession actuelle Mbongo
Village 4	2247,55	Concession actuelle Mbongo
Mbanda	1606,57	Concession actuelle Mbongo
Sakmbanda	1012,67	Concession actuelle Mbongo
Ndonga	227,61	Concession actuelle Mbongo
Bilola	8,23	Concession actuelle Mbongo
Village 3	419,94	Concession actuelle Mbongo
Mbongo	850,55	Concession actuelle Mbongo
Nkondjok	219,43	Concession actuelle Mbongo
Piti Dibamba	2542,55	Concession actuelle Mbongo
Ile	5557,98	Concession actuelle SAFACAM
Mévia	7596,61	Concession actuelle SAFACAM
Songueland	7414,68	Concession actuelle SAFACAM
Ekité	9336,51	Concession actuelle SAFACAM
Kopongo	14611,21	Concession actuelle SAFACAM
Log Badjek	13336,11	Concession actuelle SAFACAM
Bessombé	17911,82	Concession actuelle SAFACAM
Ndogbom	3709,38	Concession actuelle SAFACAM
Dikola	1884,18	Concession actuelle SAFACAM
Mbalmayo	0,00	Concession actuelle SAFACAM
Douala	0,00	Concession actuelle SAFACAM
Song Mbengué	286,75	Concession actuelle SAFACAM
Somsé	1477,33	Concession actuelle SAFACAM
Soné	958,35	Concession actuelle SAFACAM
Katkat	0,00	Concession actuelle SAFACAM
Ndjélsa	711,04	Concession actuelle SAFACAM
DIZANGUE	183,51	Concession actuelle SAFACAM

BIOGRAPHIE

Nom : Djiagué Tabagan

Prénom : Ange Ortance

Adresse électronique : angedjiague@yahoo.com

Parcours académique :

Après cinq années passé à l'université de Dschang au Cameroun où j'ai obtenu mon diplôme de master 2 en sciences de la Terre en spécialisation, géosciences, géotechniques et hydrotechniques (2013-2018), puis, j'ai entamé un Master en sciences géographiques, orientation générale, finalité approfondie à l'UCLOUAIN (2019- 2023).

