Journal of Geospatial Science and Technology 4 (1): 22-36, 2023
DOI: https://doi.org/10.54222/jgst.2023.3v4tvhlt
Accepted: April 30, 2023

Apport de la géomatique dans l'élaboration du plan d'aménagement et de gestion de la Forêt Classée du Mont Balam (Centre-Togo)

KOUMOI Zakariyao

Pôle de Recherches et d'Expertise sur la Dynamique des espaces et des Sociétés (PREDES), Département de Géographie, Université de Kara, Togo, E-mail : zakarietg@yahoo.fr

Résumé

La Forêt Classée du Mont Balam est sous l'emprise humaine. Son patrimoine forestier est en pleine dégradation. Il est impérieux de le reconstituer en vue de maintenir ses services écosystémiques à travers l'élaboration de son plan d'aménagement et de gestion. Cette recherche se propose de montrer le rôle que joue la géomatique dans les différentes phases du processus d'élaboration de ce plan d'aménagement. L'approche méthodologique est basée d'abord sur le traitement, par la télédétection, des images satellitaires Landsat de 1985, 2000 et 2020. Ensuite, les techniques de stratification, de définition et de recherches des placettes sur le terrain pour des relevés floristiques et forestiers et la recherche des indices de présences de la faune sont utilisés avec des outils d'analyse spatiales. Enfin, la géomatique est utilisée pour la spatialisation des stratégies d'aménagement. La classification des images satellitaires a permis de montrer la dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol de la réserve entre les années 1985 et 2020. Dans l'ensemble, les forêts, les savanes boisées et arborées ont connu une évolution régressive avec un taux moyen annuel d'expansion de 0,80 % contre un taux de progression de 1,75 % pour les savanes arbustives et les cultures/jachères. La détermination automatique des placettes avec l'utilisation du GPS facilite les relevés floristiques, forestiers et la spatialisation des indices de présence de la faune. Les stratégies d'aménagement sont définis et spatialisés pour une meilleure prise de décision. La contribution de la géomatique pour une gestion durable de la Forêt Classée du Mont Balam reste primordiale.

Mots clés : Géomatique, Plan d'aménagement et de gestion, Forêt Classée du Mont Balam, Centre-Togo

Abstract

The Mont Balam Classified Forest is under human influence. Its forest heritage is in full degradation. It is imperative to reconstitute it in order to maintain its ecosystem services through the development of its development and management plan. This research aims to show the role that geomatics plays in the different phases of the process of developing this development plan. The methodological approach is based first on the processing, by remote sensing, of Landsat satellite images from 1985, 2000 and 2020. Then, the techniques of stratification, definition and research of plots in the field for floristic and forestry and the search for signs of the presence of fauna are used with spatial analysis tools. Finally, geomatics is used for the spatialization of development strategies. The classification of satellite images made it possible to show the spatio-temporal dynamics of land use in the reserve between the years 1985 and 2020. Overall, the forests, wooded and tree savannahs have experienced a regressive evolution with a average annual rate of expansion of 0.80% against a rate of progression of 1.75% for shrubby savannas and crops/fallow. The automatic determination of plots with the use of GPS facilitates floristic and forest surveys and the spatialization of signs of the presence of fauna. Development strategies are defined and spatialized for better decision-making. The contribution of geomatics for the sustainable management of the Mont Balam Classified Forest remains essential.

Key word: Geomatics, Development and Management Plan, Mont Balam Classified Forest, Center-Togo

Introduction

Les forêts constituent des puits de carbone par excellence et permettent de lutter efficacement contre les changements climatiques. Le Togo, selon les résultats du 1er inventaire forestier national (IFN 1), dispose d'une couverture forestière nationale de 24,24 % (MERF, 2016a). A cet effet, le Togo à travers son plan stratégique Togo 2025, en son axe 3, ambitionne la formulation d'un programme d'anticipation et de réponse aux risques climatiques majeurs à travers les aménagements ciblés, la lutte contre les changements climatiques et la désertification, etc. La composante 3 du programme est consacrée à la restauration des paysages forestiers et écosystèmes fragiles (MERF, 2022). L'objectif, à terme, est de porter le taux de couverture forestière à 25 % en 2025. Dans cette perspective, les aires protégées vont jouer un rôle primordial. Or, certaines aires protégées au Togo ou partout ailleurs sont sous l'emprise humaines malgré leurs vocations de conservation de la biodiversité (Sangne et al., 2015 ; Djègo, 2006 ; Tchangoniyi, 2020). La Forêt Classée du Mont Balam (FCMB) dans le Centre-Togo, n'est pas exempte de ce phénomène. En effet, dans la région Centrale, l'analyse spatio temporelle de la déforestation et de la dégradation classe le secteur de la FCMB et ses terroirs riverains comme l'une des zones où la pression spatiale est forte entre 2013 et 2017(MERF/REDD+, 2018), Les facteurs de cette dégradation sont d'ordres humains. Selon Kabissa (2021), l'emprise humaine sur le milieu naturel s'est beaucoup plus amplifiée avec les pratiques agricoles qui représentent la principale activité économique des populations dans le bassin versant de la rivière Anié. En effet, la superficie des forêts a régressé de 59 021,81 ha contre une progression des champs et jachères de 97 735,43 ha. Ce qui traduit la dégradation du couvert végétal au profit des aménagements humains. Or, la forêt classée du Mont Balam (FCMB) a été classée par décret n° 303-51/ EF du 3 mai 1951. Elle appartient à la catégorie des zones protégées de gestion des ressources naturelles selon le décret No 2003-237/PR portant cadre normalisé de gestion des aires protégées adopté le 26 septembre 2003. Elle jouit d'une gouvernance étatique. L'arrêté n° 005/MERF/CAB/SG/DFC du 21 mai 2004 portant composition des dossiers de qualification des aires protégées du Togo a inclus la FCMB avec comme objectif d'élaborer son plan directeur d'aménagement et de gestion ; et de rechercher les opérateurs économiques pour sa mise en valeur (MERF, 2011). Malheureusement, Cette forêt est gérée sans un plan d'aménagement. Cette situation est un manquement à l'article 29 de la loi n°2008-009 portant code forestier qui dispose « *dans le domaine forestier de l'Etat, l'administration des ressources forestières établit les règles de gestion, élabore les plans d'aménagement et les exécute en régie ou par l'intermédiaire des tiers* ».

La gestion durable des ressources naturelles et la résilience aux effets des changements climatiques peuvent être assurées à travers les plans d'aménagements participatifs pouvant contribuer au développement durable (Le Prestre et Gandbois, 2003 ;Tchangoniyi, 2020). Dans cette perspective, la télédétection, la cartographie et les outils SIG doivent être utilisés (FAO, 2015 ; MERF, 2016b ; Madargasikara, 2009). Quel peut être la place de la géomatique dans le processus d'élaboration du plan d'aménagement et de gestion de la FCMB ? L'hypothèse qui sous-tend cette recherche est que la télédétection, la cartographie et les SIG permettent de connaitre comment et pourquoi le paysage forestier change au fils des temps et comment planifier et orienter les actions en matière de gestion du patrimoine forestier. L'objectif donc assigné à cette recherche est de montrer le rôle que joue la géomatique dans les différentes phases du processus d'élaboration du plan d'aménagement et de gestion de la forêt Classée du Mont Balam.

1. Matériels et méthode

1.1. Cadre géographique

La FCMB est localisée dans la préfecture de Blitta, dans la région Centrale (Figure 1).

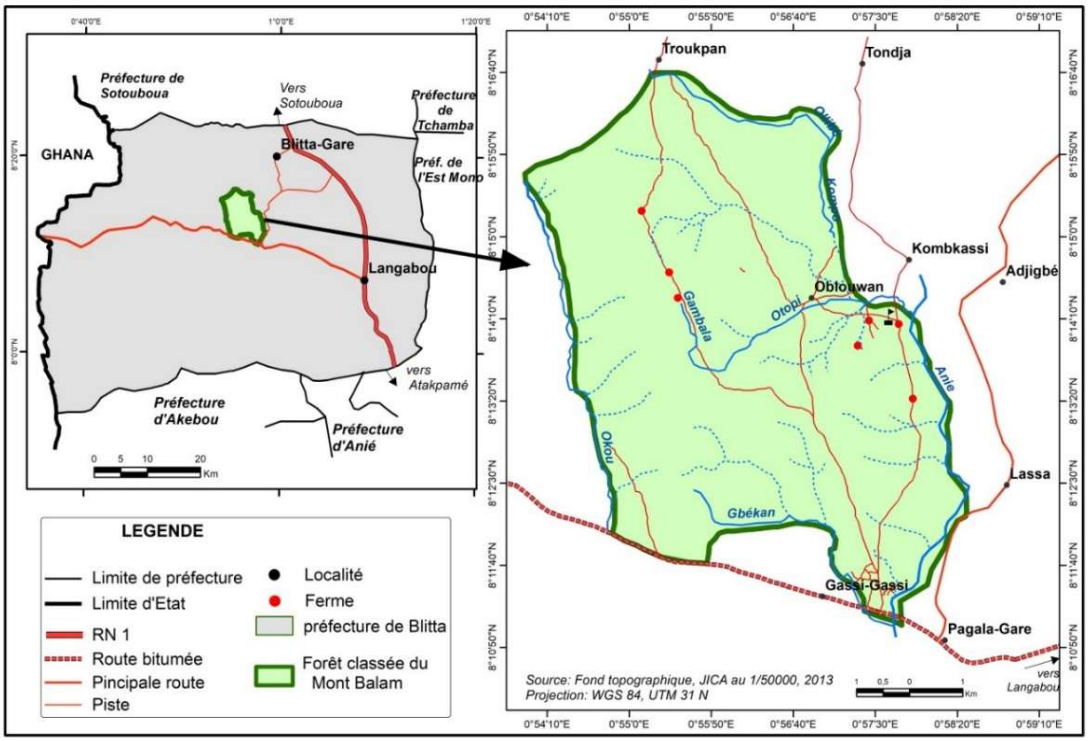


Figure 1 : Situation géographie de la FCMB

Elle s'étend entre 8°11' et 8°17' de latitude Nord et 0°53' et 0°58' de longitude Est. Elle est limitée au nord par Tondja et Troukpan, au sud par l'axe routier reliant la localité de Pagala-Gare à celle de Gassi-Gassi, à l'est par Kombgassi, Adigbé et Lassa et à l'ouest par l'axe reliant Pagala village et Akoura. Elle a une superficie de 4075 ha.

1.2. Matériel

Le matériel utilisé est constitué de :

- images satellitaires Landsat TM 1985; ETM+ de 2000 et OLI-TIRS de 2020;
- GPS de type Garmin Etrex 30 pour le marquage des points de contrôles de terrain, la délimitation unités d'occupation du sol sur le terrain ;
- cartes topographiques (IGN, 1986 au 1/200000 et celle de l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA), 2013 au 1/50000) pour la définition de la nomenclature et la vérité terrain.

Les logiciels utilisés sont :

- ENVI 5.3 pour le traitement des images satellitaires ;
- ArcGIS 10.8 pour l'établissement des différentes cartes et le calcul des superficies ;
- google Earth Pro pour les différentes corrections sur les unités occupations du sol, la détermination des pistes, localités et fermes à l'intérieur et autour de la forêt.

Le tableur Excel a servi de traitement des données statistiques.

1.3. Méthodes

Les techniques d'analyses spatiales relevant de la cartographie, des SIG et de la télédétection sont appliquées dans chaque processus d'élaboration d'un plan d'aménagement et de gestion comme celui de la FCMB.

1.3.1. Analyse spatio-temporelle de la dynamique de l'occupation du sol

Les données utilisées pour montrer cette dynamique spatio-temporelle sont constituées des images satellitaires de type Landsat TM de 1985, ETM + de 2000 et OLI-TIRS de 2020. Le tableau 1 donne les caractéristiques de ces images.

Tableau 1 : Caractéristiques des images satellitaires Landsat utilisées

Satellite	Capteur	Date	Résolution	Path/Row	Nombre de bandes
Landsat 5	TM	1985	30m x 30 m	193/054	7
Landsat 7	ETM+	2000	30m x 30 m	193/054	9
Landsat	OLI-TIRS	2020	30m x 30 m	193/054	11

Légende: ETM+ = Enhanced Thematic Mapper; **OLI-TIRS: OLI** = Operational Land Imager et **TIRS** = Thermal Infrared Sensor; **USGS.GOV: USGS** = United States Geological Survey et **GOV** = Government; Source : http://glovis.usgs.gov

Le traitement de ces images satellitaires a été fait en important les bandes spectrales de chaque image dans le logiciel ENVI 5.3. Dans un premier temps, la composition colorée a été réalisée car chaque image issue d'un canal est en niveau de gris. Après cette étape, une classification non supervisée a été appliquée à l'image de 2020 en se référant aux cartes topographiques IGN, au 1/200000 de 1986 et celle de l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA) et du gouvernement togolais au 1/50000 de 2013 pour définir les classes d'occupation du sol. Ensuite la validation des résultats de la classification a été faite à partir des données du récepteur GPS collectées sur le terrain. Au total 240 points de contrôles ont été créés dans les différentes unités d'occupation du sol. Ce qui a permis de corriger la classification de l'image de 2020 et de classifier les images antérieures de 2000 et de 1985. La méthode de comparaison des cartes d'occupation du sol (Lu et al., 2003) a été choisie pour détecter les changements paysagers dans la forêt classée du Mont Balam. Ainsi, les trois images classifiées ont constitué la base de détermination et de calcul des changements paysagers entre les années 1985 et 2020 en passant par l'année 2000.

Le taux moyen annuel d'expansion spatiale (T) ou taux de changement a été calculé. Il exprime la proportion de chaque unité d'occupation du sol qui change annuellement. Ce taux a été proposé par Puyravaud (2003) et utilisé par des auteurs comme Oloukoi et al. (2007) au Bénin, Koumoi (2016), Seou et al. (2019) au Togo. La variable considérée est la surface (S) de chaque catégorie d'occupation du sol. Les superficies ont été générées directement sous ArcGIS 10.5. Ainsi, pour S1 et S2, correspondant respectivement à la superficie d'une catégorie d'occupation des terres en année t1 et t2, le taux d'expansion moyen annuel T, est évalué à partir de la formule suivante :

$$T = \frac{(\ln S2 - \ln S1)}{t \ln e} x100$$

Où t est le nombre d'années d'évolution ; ln le logarithme népérien ; e la base des logarithmes népérien (e= 2,71828).

1.3.2. Stratification et relevé floristiques et forestiers

Sur la base des différents types d'occupation du sol, une distribution des placettes prévisionnelles peut se faire sur l'image classifiée en utilisant l'outil « Creat Fichnet » de « Arc Toolboox » du logiciel ArcGIS 10.8. Les centres des placettes et leurs coordonnées géographiques peuvent

être générés automatiquement. Ces fichiers « Shape files » sont convertis en format « .gpx » et importés dans le GPS. Ces coordonnées permettent de définir le transect et de retrouver des placettes préalablement définies. La figure 2 montre une portion de la superposition des placettes de 100m x 100m (maille noire régulière) sur l'image classifiée de la FCMB.

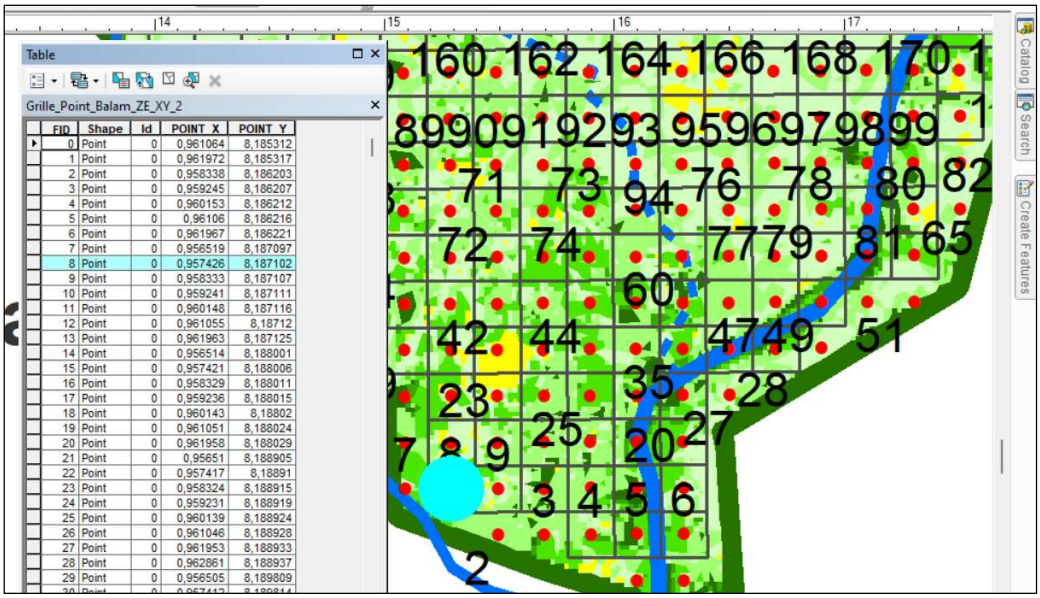


Figure 2 : Identification des centres des placettes à travers les coordonnées XY par le GPS pour les relevés floristiques et forestiers

Les points rouges représentent le centre des placettes contenant des coordonnées X et Y. Lorsqu'une placette est choisie dans une strate de la végétation pour des relevés floristiques et forestiers, le numéro de son centre est identifié et les coordonnées sont répertoriées. Ces dernières sont ensuite introduites dans le GPS et un « traking » ou le calcul d'itinéraire permet de retrouver rapidement la placette.

Une fois le centre de la placette retrouvé à l'aide du GPS, des inventaires floristiques et forestiers peuvent être réalisés en définissant ainsi, autour de ce point, une autre placette circulaire de 1256 m^2 (r = 20 m ; 20 x 20 x 3,14) pour les communautés de forêts galeries, forêts denses sèches, forêts claires/savanes boisées, savanes arborées/arbustives.

1.3.3. Détermination des coordonnées spatiales de présence de la faune

La détermination des indices de présence de la faune passe aussi par la stratification de la zone d'étude conformément à la classification des utilisations des terres et typologie des formations végétales du milieu. A cet effet, la même carte d'occupation du sol peut être utilisée. Les différents faciès de la végétation, le calcul de la superficie de la FCMB conditionnent la détermination du taux de sondage. Les cartes facilitent l'indication ou le choix du point de départ et d'arrivée de chaque layon de comptage numéroté. Ainsi, la longueur de chaque layon entre le point de départ et le point d'arrivée, de même que la longueur totale des layons de comptage parallèles peuvent être déterminée facilement à travers les cartes. Ensuite, à l'aide du GPS, les coordonnées géographiques des indices de présence de la faune peuvent être relevées pour des fins d'analyses spatiales.

1.3.4. Détermination des pressions sur la FCMB

Les sites de présence de braconnage, de carbonisation, la transhumance, les fermes à l'intérieur de la FCMB peuvent être

géoréférencés et spatialisés. Il en est de même pour les hameaux, champs rencontrés. Ces données viennent compléter les informations issues des enquêtes semi-structurées auprès des groupes cibles portant entre autres sur les conditions de vie des populations, leurs pratiques quotidiennes, leurs comportements vis-à-vis des ressources forestières, la valeur accordée à la forêt, les problèmes et les contraintes afférents à la gestion de la FCMB, les facteurs de réduction de la couverture forestière, les menaces pouvant influencer la gestion durable de la FCMB.

2. Résultats et analyse des données

2.1. Analyse spatio-temporelle de la dynamique de l'occupation du sol de 1985 à 2020

Le traitement et l'analyse des images satellitaires par télédétection ont permis de déterminer les modifications sensibles subies par les différentes formations végétales de la FCMB entre 1985 et 2020 (Tableau 2).

Tableau 2 : Variation des superficies des unités d'occupation du sol entre 1987 et 2019

Unités d'occupation du sol	1985	2020	Variation de superficie (ha)	Taux moyen annuel d'expansion spatial (%)
Forêt dense sèche	402	311	-91	-0,73
Foret claire	1003	606	-397	-1,44
Savane boisée	806	676	-130	-0,50
Savane arborée	1029	853	-176	-0,54
Savane arbustive	510	1127	617	2,26
Culture/jachère	325	502	177	1,24

Source : D'après les traitements des images satellitaires Landsat TM, ETM+ et OLI ; mai, 2021

L'analyse du tableau 2 montre que l'ensemble des formations forestières, sauf les savanes arbustives et les cultures/jachères ont connu une évolution régressive. En effet, les superficies des forêts denses sèches sont allées de 402 à 311 ha soit un taux de régression moyen annuel de 0,73 %, celles des forêts claires et savanes boisées ont évoluées respectivement de 1003 à 606 ha soit une régression de 1,44 % et 806 à 676 avec un taux de régression de 0,50 %. Les savanes arborées ont vu leurs superficies allées de 1029 à 853 ha soit une régression de 0,54%. Par contre les savanes arbustives ont évolué de 510 à 1127 ha soit un taux de progression de 2, 26%. Les cultures/jachères ont aussi progressé allant de 325 à 502 ha soit un taux moyen annuel de progression de 1,24 %. La figure 3 montre la distribution spatiale de ces unités d'occupations du sol.

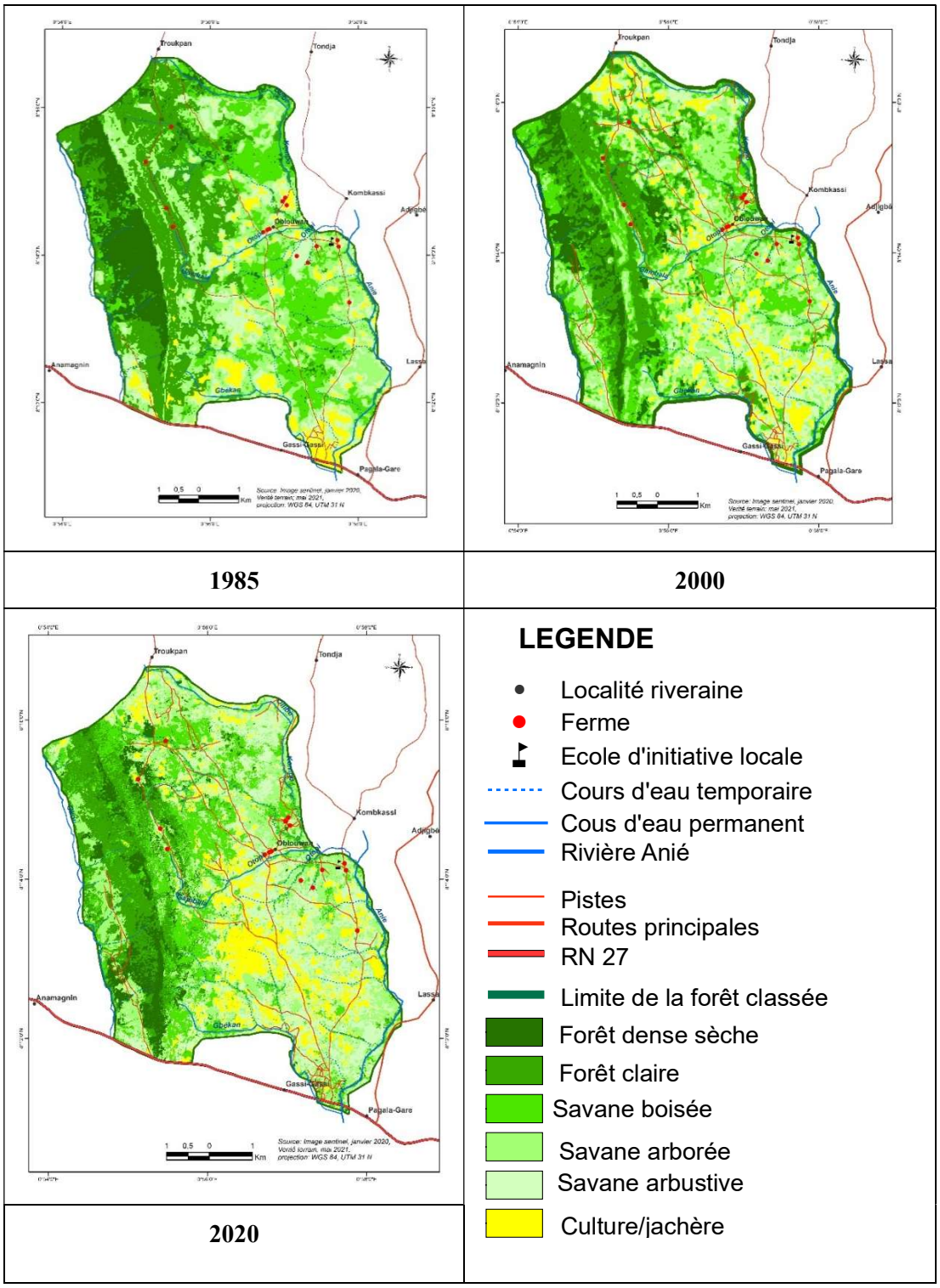


Figure 3 : Répartition spatiale des unités d'occupation du sol en 1985, 2000 et 2020

2.2. Analyse de la diversité floristique de la FCMB

La géomatique intervient et facilite la collecte des données floristiques et forestiers. En effet, la combinaison entre les couches d'occupation du sol, celle des points représentants des placettes d'inventaire par échantillonnage permet de définir le plan d'échantillonnage. Elle permet aussi de déterminer le calcul du nombre d'unités d'échantillonnage en

fonction du positionnement et de la dimension de la maille et la réalisation d'une stratification avec taux d'échantillonnage variable. Enfin, sur le terrain, la géomatique permet l'identification rapide des placettes initialement choisies à travers leurs coordonnées géographiques.

2.3. Distribution spatiale de la faune dans la FCMB

Les coordonnées géographiques des indices de présence de la faune peuvent être utilisées pour réaliser leurs cartes de distribution spatiale (Figure 4).

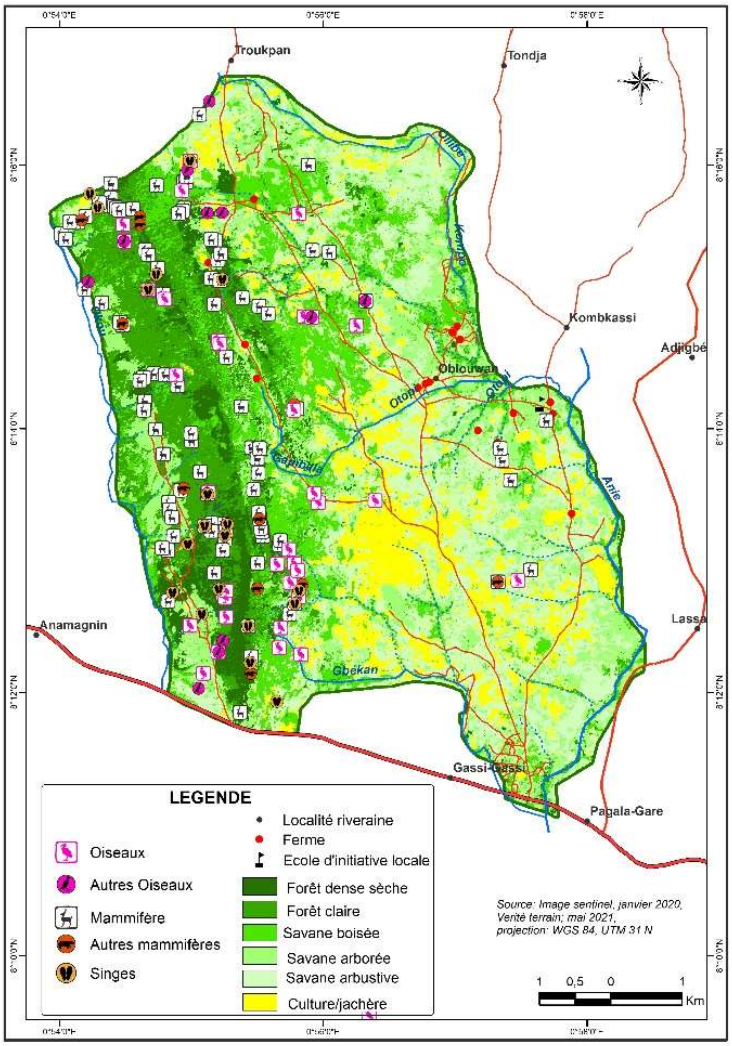


Figure 4 : Distribution spatiale de présence de la faune de la FCMB

Cette carte permet de montrer et d'expliquer les causes de la distribution déséquilibrée de la faune en faveur de la zone ouest. En effet, la zone ouest de la FCMB concentre le maximum de sites de présence de la faune par rapport au bas de versant. Ceci est un indicateur à prendre en compte dans les plans d'aménagement et de gestion

2.4. Pressions anthropiques et stratégie d'aménagement de la FCMB

2.4.1. Pression anthropique

La cartographie intervient dans le diagnostic socioéconomique auprès des populations riveraines. Elle permet de cartographier les localités riveraines et la taille de ménages à enquêter. Cette carte pourrait servir de guide ou de supports aux

agents de collectes de données socio-économiques sur le terrain. Aussi, les differentes formes de pressions sur la flore de la FCMB peuvent être spatialisées La figure 5 montre une répartition spatiale de quelques formes de pression sur la FCMB.

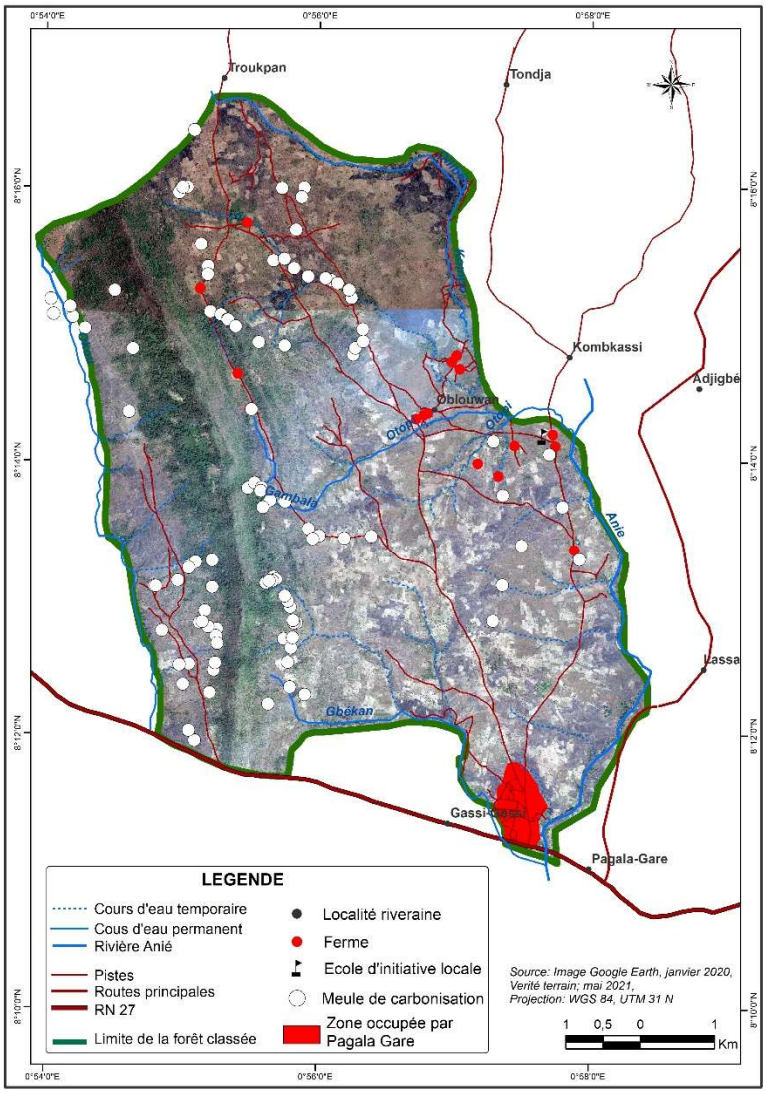


Figure 5 : Répartition spatiale de quelques formes de pression sur la FCMB

La figure 5 montre plus de 110 meules de carbonisation répertoriés dans la FCMB. Ce qui montre une forte pression anthropique sur la réserve confirmant son état de dégradation. La partie Sud de la réserve est envahi par les localités de Pagala et Gassi Gassi. Environ,54 ha de terres sont déjà occupés par la population riveraine de ces localités. D'autres menaces pas des moindres sont les pâturages nomades qui changent et dénaturent l'habitat de la faune et de la flore, des feux de végétation incontrôlés et surtout la présence des champs avec des emblavements des grandes superficies.

2.4.2. Spatialisation des stratégies d'aménagement

Une fois le diagnostic dressé et les contraintes, obstacles ainsi que les atouts d'ordre administratif, juridique et social et ceux liés au milieu naturel et à l'état de la forêt analysés et prises en compte, les stratégies d'aménagement peuvent être proposées. Ce sont des actions participatives, inclusives qui prennent en compte les préoccupations et les attentes des différentes parties prenantes notamment

les populations riveraines, les autorités administratives locales, la chefferie traditionnelle et l'administration forestière. Ce sont ces contraintes, obtacles, atouts et potentialités qui vont orienter la définition des objectifs d'aménagement. L'aménagement de la FCMB sera guidé par le soucis d'assurer la restauration, la protection et la gestion intégrée de ses ressources biologiques et de sa zone périphérique en vue d'améliorer sa contribution à l'économie locale et nationale. Sur la base de toutes ces analyses et l'état d'occupation du sol de la FCMB, un zonage a été proposé. Ce zonage permet de subdiviser la FCMB en deux grandes unités d'aménagement. La géomatique intervient dans ce cas pour cartographier et déterminer les superficies de ces unités d'aménagement (Figure 6).

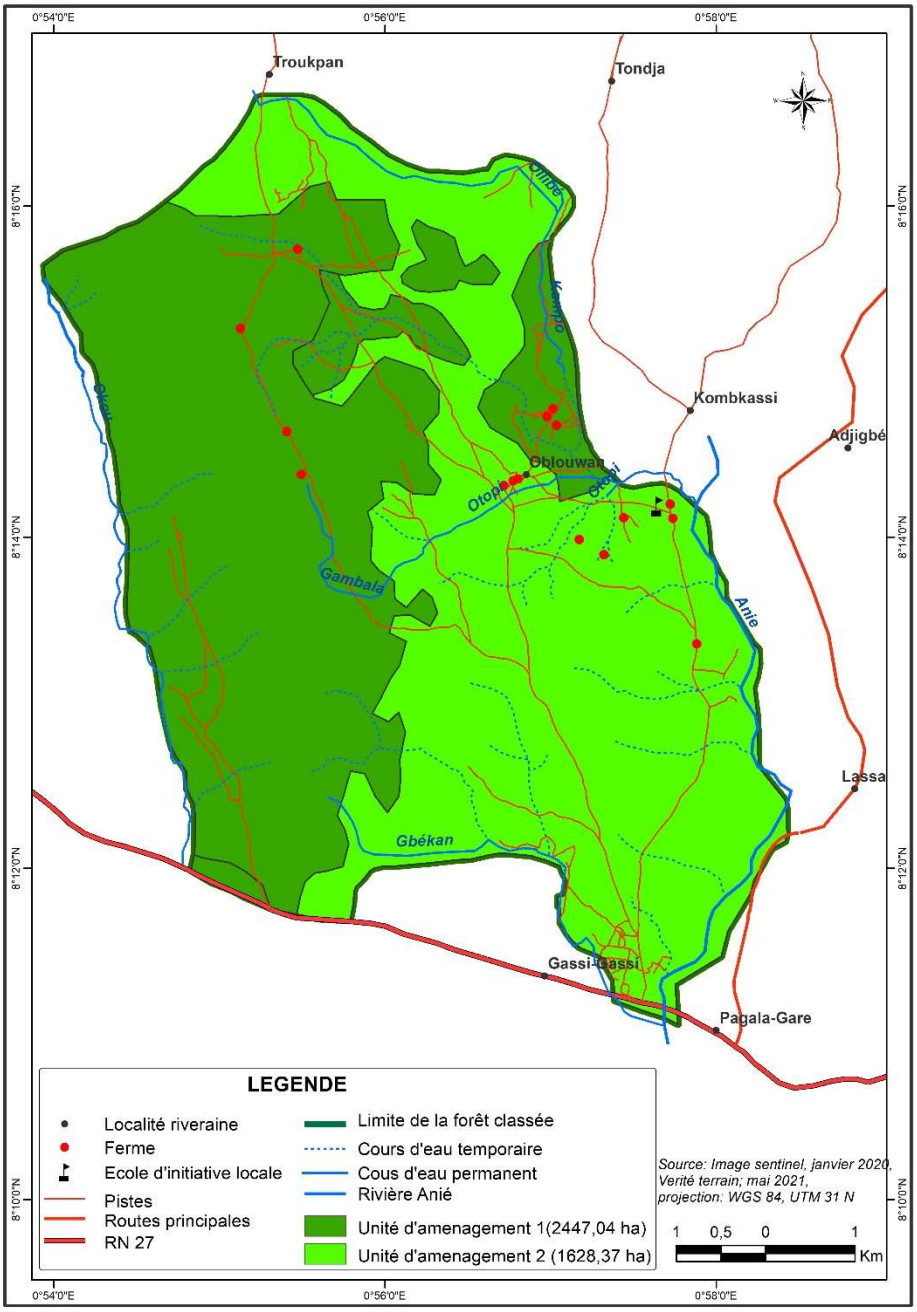


Figure 6 : Unités d'aménagement de la FCMB

L'unité I comprend les forêts denses sèches sommitales, les forêts claires, les savanes boisées, et les savanes arborées sur les hauts versants d'une superficie totale de 2447,04 ha tandis que l'unité II est composée des savanes arbustives et les cultures et jachères des bas versants pour une superficie totale de 1628 ha.

L'action principale à mener dans l'unité I est la protection contre toutes les formes de dégradations. L'unité II connaitra des opérations de reboisement et protection en vue de restaurer le couvert forestier dégradé par les pratiques agricoles. L'aménagement de ces deux unités devra assurer la restauration et l'amélioration des éléments constitutifs de la biodiversité. Ces deux unités constituent une seule et même série, la série de conservation en vue de tenir compte de sa vocation qui est de conserver la forêt originelle, protéger les sommets et pentes fragiles ainsi que les berges du réseau hydrographique.

Discussion

La géomatique joue un rôle important dans le processus d'élaboration d'un plan de gestion et d'aménagement. La cartographie de la dynamique spatio-temporelle de l'occupation sol entre 1985 et 2020 permet de suivre la conversion des surfaces forestières de la FCMB. Elle oriente aussi et donne des repères à travers l'utilisation d'un GPS dans l'identification des placettes sur le terrain pour les relevés floristiques et forestiers ainsi que la distribution spatiale des indices de présence de la faune. Les ressources ligneuses et non ligneuses peuvent être localisées et présentées sur une carte. Ce rôle de la géomatique a été reconnu par Schippers (2007) quand il affirmait que la géomatique apparait comme un outil pour la gestion des ressources naturelles. Selon l'auteur, un aspect important de la gestion de l'environnement et des ressources naturelles réside dans la disponibilité d'informations et de données géo référencées réelles (statiques ou dynamiques) qui permettent de décrire et d'analyser ces ressources à travers les Systèmes d'Information Géographiques.

Les SIG, dans le processus d'élaboration des plans gestion participatives facilitent le croisement de diverses couches d'information. Dans la présente recherche, les données d'occupations du sol, les mailles (placettes) et les centres de ces placettes ont été générées et superposés dans le logiciel SIG permettant la définition de plan de sondage en fonction des types de formations végétales pour les relevés floristiques et forestiers. Selon Lejeune et Rondeux (1999), ce croisement de couches dans un SIG est sans doute un des traitements les plus typiques et les plus démonstratifs. Il permet de définir la superposition géométrique des objets présents dans deux couches distinctes. Aussi, pour Randrianarisoa (2001), la superposition d'une carte topographique et celle d'occupation de sol obtenue par traitement des photographies aériennes ou des images satellitaires permet de situer l'évolution d'une couverture végétale, le niveau de dégradation de l'ensemble de la zone étudiée ainsi que le dynamisme de la population rurale de cette zone. Dans cette même perspective, la superposition de la placette (maille) sur la carte de base de la végétation de la FCMB dans le SIG permet également, comme le souligne Lejeune et Rondeux (1999), de simplifier la préparation des opérations de cheminement (calcul des distances et azimuts des centres de placettes par rapport à des points remarquables sur le terrain.

La sectorisation ou le zonage de la FCMB et la détermination des superficies des unités d'aménagement, après les analyses diagnostics et la définition des critères de caractérisation opérationnelle des paramètres de base constitue un autre atout important dans l'analyse des données dans un SIG. Dans ce sens, Randrianarisoa (2001) affirme que le zonage permet de définir le plan d'aménagement et de gestion

participatif proposé pour une aire protégée avec les différentes activités envisageables au niveau des différentes zones identifiées avec les modalités de mise en œuvre. Ce processus apparait très important dans le dispositif d'aménagement et de valorisation d'une aire protégée (MERH, 2015). Il constitue, selon l'auteur, la base de tout aménagement car l'organisation spatiale d'une aire protégée est indispensable à la planification à court, moyen et long terme pour l'atteinte des objectifs recherchés. Cette méthode de zonage a été utilisée par MERF (2016c) dans l'élaboration du plan d'aménagement et de gestion de la Forêt Classée d'Aledjo (Togo) afin de faciliter sa gestion. L'outil SIG lui a permis de déterminer les superficies des unités d'aménagement. Parmi les critères ayant gouverné le zonage se trouvent en bonne place l'analyse des cartes d'occupation du sol et le réseau routier comme c'est le cas dans la présente recherche. Les mêmes outils de la géomatique ont été utilisés par Madargasikara (2009) à Madagascar, dans la phase du diagnostic et celle du zonage dans l'élaboration du plan d'Aménagement et de Gestion de la Réserve de Ressources Naturelles Mangabe- Ranomena- Sasarotra (Réserve Mangabe).

La géomatique (la télédétection, les SIG et la cartographie) sont de plus en plus utilisés dans le diagnostic environnemental et territorial. Selon Joliveau et Etlicher (1998), la géomatique intervient dans la prise en compte de la dimension environnementale des problèmes de gestion de l'espace. C'est dans ce sens que, dans le cadre des études portant sur la gestion et la restauration des aires protégées, N'Tchaa (2022) a utilisé la télédétection dans l'analyse de la dynamique spatiale du couvert végétal sur plusieurs dates pour apprécier l'état de dégradation de la Forêt Classée de Waterma au Nord Togo. Aussi, Pouli (2022) a utilisé cette même technique pour réaliser les cartes montrant la dynamique spatiotemporelle de l'occupation du sol dans la Forêt Classeé de Sirka dans la commune de Binah 2 au nord-Togo. Face à ce regain d'intérêt des sciences géomatiques, Joliveau et Etlicher (1998) proposent des éléments de méthode pour l'utilisation des SIG dans la gestion environnementale des territoires en mentionnant les avantages et les inconvénients de l'utilisation de ces outils d'analyse spatiales. Plus tard, Lejeune et Rondeux (1999) a aussi présenté quelques orientations quant à la mise en place d'un SIG à vocation forestière, en insistant sur les questions les plus importantes à se poser et les éventuels pièges à éviter.

Conclusion

Cette recherche a permis de montrer la place de la télédétection, la cartographie et les SIG dans le processus d'élaboration des plans d'aménagement et de gestions de la FCMB. Elle trouve sa place dans la gestion environnementale des territoires. Aujourd'hui, elle est en perpétuel et rapide évolution. Son emploi devient de plus en plus grandissant avec son architecture plus ouverte et flexible facilitant la saisie des données géoréférencées sur le terrain. Toutefois, elle ne constitue pas une panacée, mais un outil qui doit être bien utilisé pour aider à la prise de décision. Dans le processus de zonage de ces plans d'aménagement, il serait aussi souhaitable d'associer des analyses spatiales et multicritères afin de pouvoir affiner les plans de zonage de façons participatif. A cet effet, l'expert doit éviter à tout prix, eu égard à la dimension technologique, la séparation entre lui et les acteurs dans son approche classique.

Références bibliographiques

Djègo, J. G. (2006). *Phytosociologie de la végétation de sous-bois et impact écologique des plantations forestières sur la diversité floristique au Sud et au centre du Bénin*. Thèse de Doctorat. EDP/UAC/Bénin, 329 p.

FAO. (2015). *Evaluation des ressources forestières mondiales, 2015- Repertoire des données de FRA*, document disponible sur le site http : www.fao.org/3/a-i4808f.pdf, 253 p.

Joloveau, T., et Etlicher, B. (1998). Les SIG pour une gestion environnementale des territoires, élement de méthode à partir de deux expériences, *revue internationale de Géomatique, Volume 8 (n° 3/1998 : 92-104*, document disponible sur le site web : https://www.researchgate.net/publication/235411089, consulté le 10/01/2023

Kabissa, M. (2021). *Impacts de l'exploitation des héritages géo morphologiques dans la dynamique des paysages du bassin versant de l'Anie au Togo*, Thèse de Doctorat unique de Géographie, Université de Lomé, Togo, 226 p.

Koumoi, Z. (2016). *Gestion et planification des territoires ruraux dans le centre-Togo : approche par la télédétection et les Systèmes d'Information Géographiques (SIG)*, Thèse de Doctorat Unique de Géographie, Université de Lomé, Togo, 235 p.

Le Prestre, P., et Grandbois, M. (2003) : *Le sommet de Johannesburg : Aperçus, perspectives et impacts*. Textes rédigés dans le cadre du séminaire interdisciplinaire 20032004. Maîtrise en relation internationale et droit international. Observatoire de l'écotouristique internationale, Université de Québec, 307 p.

Lejeune, P., Rondeux, J. (1999). Les Nouveaux outils de l'aménagement forestier : l'exemple des systèmes d'information géographique. *Revue forestière française*, 1999, 51 (sp), pp.169-184 ; 10.4267/2042/5494, hal-03443612

Lu, D., Mausel, P., Brondizio, E., et Moran, E. (2004). Change detection technique ». *International Journal of remote sensing*, 12(25): 2365-2407.

Madargasikara, V. (2009). *Plan d'Aménagement et de Gestion de la Réserve de Ressources Raturelles Mangabe- Ranomena- Sasarotra (Reserve Mangabe),* Madagascar, 78 p.

MERF. (2011). *Politique forestière du Togo (PFT),* Résumé, 22p.

MERF. (2016a). *Inventaire Forestier National du Togo 2015- 2016*, République Togolaise, Rapport final, 79 p.

MERF. (2016b). *Plan d'aménagement et de gestion de l'aire protégée d'Amou-Mono, Région Centrale, Togo*, rapport final, 299 p.

MERF. (2016c). *Plan d'Aménagement et de Gestion de la Forêt Classée d'Aledjo*, Volume 1 : description du plan, 93 p.

MERF. (2022). Programme d'anticipation et de réponse aux risques climatiques majeurs (PA2RCM), 2023-2027, Rapport final, 134p.

MERF/REDD+, (2018). *Stratégie nationale de Réduction des Émissions dues à la Déforestation et à la Dégradation des forêts 2020-2029* ; rapport finale, 179 p.

MERH. (2015). *Plan d'aménagement et de gestion de la Reserve de Biosphère transfrontalière du W (Burkina Faso)*, version provisoire, 139 p.

N'tcha, L. (2022). *Approche participative dans la restauration et la gestion durable de la forêt classée de*

Wartema (commune de Kéran 3) au nord-Togo, mémoire de master professionnel en Aménagement du Territoire et Développement Régionale, Université de Kara, Togo, 105 p.

Oloukoi, J., Mama, V. J. & Agbo, F. B. (2007). Modélisation de la dynamique de l'occupation des terres dans le département des collines au Bénin » ; *Éditions Scientifiques GB, Télédétection*, 6(4) : 305-323

Pouli, T. (2022). *Apport des Systèmes d'information Géographique (SIG) dans l'aménagement et la gestion de la forêt classeé de Sirka dans la commune de Binah 2 au nord Togo,* Mémoire de master professionnel en Aménagement du Territoire et Développement Régionale, Université de Kara, Togo, 108 p.

Puyravaud, J. P. (2003). Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation ». *Forest Ecology and Management*, 177(1-3) : 593-596.

Randrianarisoa, P. M. (2001). *Plan d'aménagement et de gestion de la zone pilote Ampohibe : terroirs Androhofary et Antsahanampiana*, rapport final, 92 p.

Sangne, C.Y., Barima, Y. S. S., Bamb,a I. et N'doume, C. A. (2015). Dynamique forestière post-conflits armés de la forêt classée du Haut-Sassandra (Côte d'Ivoire), *Vertigo, 15, 3*, 18 p.

Schippers C. (2007). *Développement d'un système d'information géographique dans le cadre de la mise en place de forêts communautaires au Nord-Est du Gabon*, mémoire de DEA en Sciences agronomiques et ingénierie biologique**,** Université des sciences agronomiques de Gembloux (Belgique), 125 p.

Seou, E., Boukpessi T. et Koumoi Z. (2019). Suivi de la dynamique de l'occupation du sol et identification des facteurs de dégradation de la végétation dans la basse vallée du Zio (sud-Togo) ». *Revue de géographie du laboratoire Leïdi, « Dynamiques des territoires et développement »,* Université Gaston Berger, Saint-Louis du Sénégal, **22** : 225-23

Tchangoniyi, A. L. (2020). *Gestion de la forêt classée d'Itchèdè-Toffo dans les communes de Pobè et d'Adja-Ouèrè au sud-est du Bénin : diagnostics et perspectives pour une durabilité environnementale*, Thèse de Doctorat en Géographie et gestion de l'environnement, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 208 p.