

UNIVERSITE DE LOME
SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

*Revue du Laboratoire de Recherches
Biogéographiques et d'Etudes Environnementales
(LaRBE)*



PRESSES DE L'UL

Dix-septième Numéro

Lomé,

Décembre 2020

Directeur de publication : Prof. Thiou Tanzidani Komlan TCHAMIE, Université de Lomé, Togo.

Rédacteur en Chef : Prof. Lalle Yendoukoa LARE, Université de Lomé

Secrétariat de publication : Tchaa BOUKPESSI, Paroussiè Wiyao TAKOU, Amah-Edih KOUYA, Minkilibè Paulin DJANGBEDJA, Abdourazakou ALASSANE

Comité Scientifique :

Yao AGBOSSOUMONDE (Lomé, Togo) ; Kodjo AKLIKOKOU (Lomé, Togo) ; Atiyihwè AWESSO (Lomé, Togo) ; Komlan BATAWILA (Lomé, Togo) ; Tchaa BOUKPESSI (Lomé, Togo) ; Ibrahim BOUZOU-MOUSSA (Niamey, Niger) ; Sabiba Kou'Santa AMOUZOU (Lomé, Togo) ; Moctar BAWA (Lomé, Togo) ; Michel BOKO (Cotonou, Bénin) ; Gbandi DJANEYE-BOUNDJOU (Lomé, Togo) ; Gnon BABA (Kara, Togo) ; Atsu Koudzo GUELLY (Lomé, Togo) ; Jean C. HOUNDAGBA (Cotonou, Bénin) ; Chrsitophe HOUSSOU (Cotonou, Bénin) ; Koffi DJONDO (Lomé, Togo) ; Kodjona KADANGA (Lomé, Togo) ; Koffi Koba (Lomé, Togo) ; Koffi KILI (Lomé, Togo) ; Kouami KOKOU (Lomé, Togo) ; Kossi NAPO (Lomé, Togo) ; Abou Nappou (Ouagadougou, Burkina-Faso) ; Edinam KOLA (Lomé, Togo) ; Komi KOSSI-TITRIKOU (Lomé, Togo) ; Lalle Richard LARE (Lomé, Togo) ; Euloge OGOUWALE (Cotonou, Bénin) ; François de Charles OUEDRAOGO (Ouagadougou, Burkina Faso) ; Komla SANDA (Lomé, Togo) ; Brice SINSIN (Cotonou, Bénin) ; Thiou T. K. TCHAMIE (Lomé, Togo) ; Brice TENTE (Cotonou, Bénin) ; Kpèrkouma WALA (Lomé, Togo) ; Tanga Pierre ZOUNGRANA (Ouagadougou, Burkina-Faso).

Comité de lecture : les lecteurs (referees) sont des scientifiques choisis de par le monde selon les champs thématiques des articles.

Sommaire

1. « Rôle de l'affleurement rocheux dans le fonctionnement du paysage du dôme granitique de Télébokan (centre de la cote d'ivoire) », par E. K. KOFFI, F. K. N'GUESSAN et F. K. KOUASSI.....	04
2. « Métabolisme urbain et saisonnalité de la qualité des eaux de puits dans la ville côtière de Cotonou au Bénin », par H. S. TOTIN VODOUNON.....	25
3. « Évaluation des impacts environnementaux liés à l'exploitation artisanale de l'or et du gravier : étude comparée entre le site d'orpaillage d'Agbandi et la gravière de Kpéyida dans la Région centrale au Togo », par T. A.-N. ZIMARI et T. BOUKPESSI.....	44
4. « Étude diachronique du couvert végétal de 1995 à 2015 dans la forêt classée des Trois Rivières à l'est de l'axe Monrou-Dunkassa », par G. MONTCHO, M. DJOUGA et B. TENTE.....	63
5. « Exploitation maraîchère des cuvettes dans le centre-est du Niger : une alternative à la migration des populations dans le Département de Kantche », par M. S. MOUSSA; M. ILLOU et A. MOUSSA ISSAKA.....	84
6. « Performance environnementale et sociale des projets de développement: cas du programme d'appui au développement à la base (PRADEB) au Togo », par P. KPENGUÏE et G. NAPO.....	111
7. « Gestion des feux dans les forêts classées de Tiogo et du Nazinon : état des lieux et propositions de stratégies de gestion participative », par A. OUEDRAOGO & Y. OUEDRAOGO.....	131
8. « Énergies renouvelables au Bénin : jeux des acteurs », par R. A. ADEGBENNI ; I. S. M. ADJOVI.....	150
9. « Vivre une aisance hydrique au prisme de l'identité culturelle chez le peuple Ayizɔ de Seje-Hwegud à Zèè au sud du Bénin », par P. C. MELIHO.....	181
10. « Dynamique des états d'occupation du sol dans la commune de Ouidah au Bénin », par T. T. ADJAKPA.....	207
11. « Organisation socio-institutionnelle autour de l'aménagement des forêts classées des monts Kouffé et de Wari-Marou au Bénin », par O. BAGUIRI, T. SOUAND & A. TINGBE AZALOU.....	229
12.« La problématique de développement local des collectivités territoriales : exemple de la commune de Sotouboua I au Centre-Togo », par B. ADJE, P. AHE et L. Y. LARE.....	252
13. « Modélisation de la dynamique de la forêt galerie de la confluence Ouémé-Okpara en milieux Soudano-Guinéen au Bénin », par L. MOUSSA ; I. Yabi, I. TOKO IMOROU ; T. BOUKPESSI.....	270
14. « Variabilité climatique et rendement du cacao dans la région de la Nawa (sud-ouest ivoirien) », par P. A. DIBI KANGAH*, M. KONE et K. P. KONAN.....	292
15. « Maraîchage de contre-saison : une alternative aux déficits de production des cultures pluviales dans l'extrême Nord-Togo », par P. YENTRIDJOA, T. LAMBONI, F. LEMOU & L. Y. LARE.....	308

ETUDE DIACHRONIQUE DU COUVERT VEGETAL DE 1995 A 2015 DANS LA FORET CLASSEE DES TROIS RIVIERES A L'EST DE L'AXE MONROU-DUNKASSA

Guillaume MONTCHO ⁽¹⁾, Mama DJAOUGA ⁽¹⁾⁽²⁾ et Brice TENTE ⁽¹⁾

⁽¹⁾: LABEE/DGAT/FASHS/UAC

⁽²⁾ LACARTO/DGAT/FASHS/UAC

*montchoguy17@yahoo.com

Résumé

La présente étude sur la dynamique du couvert végétal a pour cadre la forêt classée des Trois Rivières (FC-TR) à l'est de l'axe Monrou-Dunkassa. Elle vise à apprécier la dynamique du couvert végétal dans cette réserve forestière en proie depuis quelques années aux activités anthropiques. L'approche cartographique et diachronique a été choisie pour évaluer les changements d'état en deux décennies (1995-2015) dans les formations végétales en présence. Les images satellites SPOT de 1995, de 2005 et de 2015 ont été exploitées à cet effet. Les relevés terrains ont permis de corriger les minutes d'interprétation des images satellites, avant l'achèvement des cartes d'occupation des terres correspondant aux trois années ci-dessus citées. La dégradation du paysage se dégage nettement comme la tendance majeure qui prévaut dans cette portion orientale de la FC-TR avec un taux moyen annuel de régression des formations naturelles (forêts et savanes) de 0,39 % entre 1995-2005, de 2,22 % de 2005 à 2015 et de 1,26 % entre 1995 et 2015. Et pour les mêmes périodes, le taux moyen annuel d'expansion des champs et jachères est passé respectivement de 4,48 % à 15,56 % et à 13,36 %. Aussi, ce taux d'expansion a-t-il grimpé de 1,11% entre 1995 et 2005 à 51,08 % entre 2005 et 2015 pour les Plantations. Respect et renforcement des textes, Meilleur contrôle des activités anthropiques et maîtrise du climat sont un gage pour conserver la végétation de la FC-TR.

Mots clés : Formations végétales, cartographique, diachronique, anthropisation, régression,

Abstract

The present study on the dynamics of the plant cover takes place in the classified forest of Trois Rivières (FC-TR) east of the Monrou-Dunkassa axis. It aims to assess the dynamics of the plant cover in this forest reserve

Étude diachronique du couvert végétal de 1995 à 2015 dans la forêt classée des Trois Rivières à l'est de l'axe Monrou-Dunkassa

which has been prey for several years to human activities. The cartographic and diachronic approach was chosen to evaluate the changes of state over two decades (1995-2015) in the plant formations present. SPOT satellite images from 1995, 2005 and 2015 were used for this purpose. The field surveys made it possible to correct the minutes of interpretation of the satellite images, before the completion of the land use maps corresponding to the three years mentioned above. The degradation of landscape emerges clearly as the major trend which prevails in this eastern portion of the FC-TR with an average annual rate of decline of natural formations (forests and savannas) of 0.39 % between 1995 and 2005, of 2.22 % from 2005 to 2015 and 1.26 from 1995 to 2015. And for the same periods, the average annual rate of expansion of fields and fallow land falls from 4.48 % to 15.56 % and 13,36 % respectively. Also, this average rate of expansion climbed from 1.11 % between 1995 and 2005 to 51.08 % between 2005 and 20015 for plantations. Compliance with and reinforcement of texts, better control of human activities and control of the climate are the pledge to conserve the vegetation of the FC-TR.

Key words : plant formations, cartographic, diachronic, anthropisation, regression.

Introduction

La végétation est un élément d'importance vitale dans quasiment tous les écosystèmes terrestres T. G. Yengoh & *al.*, (2011, p. 16) ; les forêts et les arbres apportent des contributions vitales à la fois aux populations et à la planète, en renforçant les moyens d'existence, en purifiant l'air et l'eau, en préservant la biodiversité et en offrant des solutions pour faire face au changement climatique (FAO, 2018, p. 12). En d'autres termes : « biological diversity is very important for humanity, because the survival of mankind depends on it. » (S. Bance & *al.*, 1999, p. 19). Mais, en quête de survie et de développement, l'homme a eu, de tout temps, un impact plus ou moins néfaste sur l'environnement (B. Ouchene & A. Moroncini, 2016, p. 6). Même si en raison des différences de définition et de terminologie, on constate de grands écarts dans les statistiques disponibles sur l'étendue et le taux de dégradation, OMM (2005, p. 7), « the evidence is compelling : the planet is losing plant species and populations at a rate too fast to allow a case by case evaluation of the consequences for ecosystem functioning and human need » (J. P. Grime,

2002, p. 1). And « many parts of sub-Saharan Africa have witnessed changes in the extent of savanna woodland during the 20th century » (M. J. Walpole, 2004, p. 180). Or, le destin des civilisations, de leur émergence à leur écroulement, dépend de leur capacité à maintenir une préoccupation pour l'avenir par rapport à la satisfaction des besoins immédiats (C. Gollier, 2012 ; p. 51).

Au Bénin, la couverture forestière totale est estimée à 4 625 000 ha, soit 42% du territoire national ; cependant, ce couvert forestier serait dans sa majeure partie dégradé et fragmenté (PROJET TCP/RAF/3306, 2011, p. 11). En dehors des deux principales réserves (Pendjari et parc du W), la pression anthropique sur les aires protégées est forte et la plupart sont fortement exploitées ou même dégradées (C. A. Aristide, 2007, p. 347). Pendant vingt ans (1990 à 2010) la couverture forestière nationale a connu une régression de 20,92 % à raison de 60 000 ha par an (PROJET TCP/RAF/3306, 2011, p. 11). En effet, les ressources biologiques constituent la base principale du vécu des populations à travers : leurs multiples utilisations à diverses fins (combustible domestique, aliments, plantes médicinales, produits de chasse et autres produits forestiers non ligneux : fruits, résines, champignons, graines oléagineuses, légumes, etc.) ; les revenus et emplois tirés (exploitation, commerce, transport, écotourisme, transformation, plantations privées, etc.) ainsi que la base de formation et d'affinement des cultures, des connaissances et technologies endogènes qu'elles constituent (CDB, 2014, p. VI). Ces menaces incluent l'expansion des feux de végétation, l'élevage extensif, l'extraction abusive des peuplements ligneux, la pratique de la transhumance caractérisée par le surpâturage, l'épandage des pesticides, l'intensification des activités de braconnage et l'expansion agricole. Et connaître l'état de dégradation, c'est-à-dire identifier le problème, constitue la première phase du cycle de décision, indispensable pour la suite des opérations. En 2006, une étude dynamique de la forêt classée des Trois Rivières dans sa partie à l'est de l'axe Bessassi-Monrou a permis de constater que de 2 % environ de terres mises en culture en 1979, on est passé à 12 % de champs et jachères en 1998 ; et qu'en cette dernière année l'étendue et la répartition des champs à l'intérieur de la forêt permettent d'estimer à environ 60 % les terres sous emprise agricole (G. Montcho, 2006, p. 4). L'occasion paraît propice près de quinze ans plus tard pour apprécier à nouveau l'état du couvert végétal de cette forêt supposée classée, mais aujourd'hui sous forte emprise humaine. C'est

Étude diachronique du couvert végétal de 1995 à 2015 dans la forêt classée des Trois Rivières à l'est de l'axe Monrou-Dunkassa

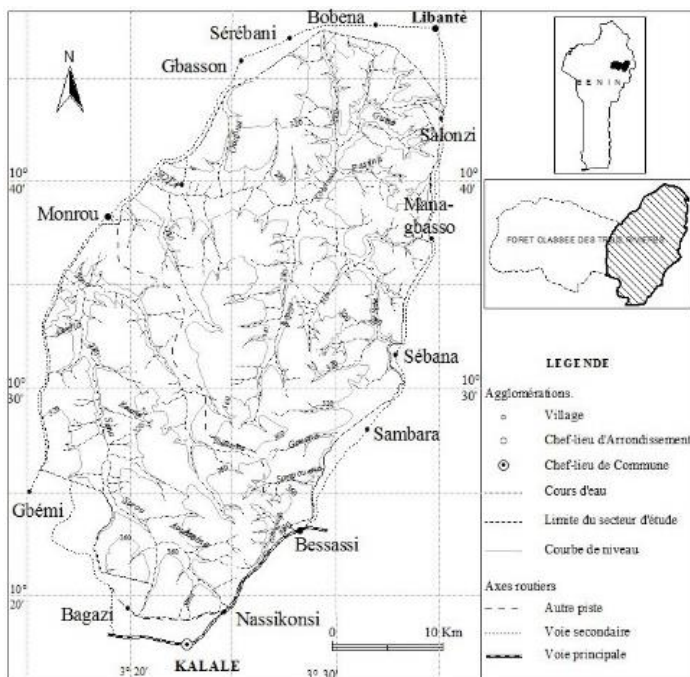
pourquoi la présente étude intitulée « la dynamique de l'occupation des terres dans la forêt classée des Trois Rivières, à l'est de l'axe Monrou-Dunkassa de 1995 à 2015 » vise à mieux quantifier l'évolution des éléments du paysage de cette forêt afin d'orienter rationnellement sa gestion. L'hypothèse de recherche attribue à la forte démographie et aux activités anthropiques qui en découlent le changement de la structure spatiale du paysage à l'est de la forêt classée des Trois Rivières.

1. Matériel et méthodes

1.1. Zone d'étude

D'un point de vue géographique, la forêt classée des Trois Rivières est située au nord-est du Bénin entre 10°18' et 10°48' latitudes nord d'une part, puis 2°45' et 3° 35' longitude est d'autre part. Le secteur d'étude correspond à la portion de cette forêt à l'est de l'axe Monrou-Dunkassa comme l'indique la figure 1.

La figure 1 : Situation du secteur d'étude



Sources : Fond topographique IGN 1992 – Réalisation : G. Montcho 2019

Les principales spéculations de rente telles que le coton, le karité (*Vitellaria paradoxa*), l'anacarde (*Anacardium occidentale*) et le (*Parkia biglobosa*) sont fortement présentes à l'intérieur de cette aire pourtant protégée. Les cultures vivrières avec le maïs (*Zea mays*) en tête suivi par l'igname (*Discorea alata*), le manioc (*Manihot esculenta*), le mil, le sorgho (*Sorghum bicolor*), l'arachide (*Arachis hypogaea*), le voandzou... y sont également pratiquées à fortes doses d'engrais chimiques.

L'élevage constitue l'autre grande activité des populations riveraines du secteur d'étude ; le gros bétail et la volaille sont les plus importants. Les Dendi et apparentés (1,40 %), les Gua et Otamari (1,20 %), les Fon et apparentés (0,93 %), les Bariba (baatombou) et apparentés (43,20 %) et les Peulh (fulbé) (45,95 %) sont les ethnies majoritaires aux voisinages de la forêt classée des Trois Rivières (RGPH, 2013).

1.2. Matériel

1.2.1. Données satellitaires et auxiliaires

Les différentes analyses proviennent de l'exploitation de trois séries d'images satellitaires SPOT de 1995, de 2005 et de 2015. Les cartes topographiques de l'Afrique de l'Ouest au 1/200.000, feuille de BEMBEREKE (Dahomey _ Feuille NC-31-XV) et feuille de DUNKASSA (République du Dahomey _ Feuille NC-31-XVI) ; la carte pédologique de reconnaissance au 1/200.000 (Feuille de BEMBEREKE) ont été utilisées comme cartes de base ainsi que les enquêtes de terrain et les documents de l'Archive Nationale de la République du Bénin.

Le GPS Garmin a été utilisé pour le contrôle terrain et les prises de coordonnées géographiques.

Un appareil de photographie numérique pour fixer les images.

1.2.2. Logiciels utilisés

L'environnement Windows XP comme système d'exploitation a permis l'utilisation des logiciels suivants :

Étude diachronique du couvert végétal de 1995 à 2015 dans la forêt classée des Trois Rivières à l'est de l'axe Monrou-Dunkassa

- ArcView 3.2 et Arc GIS 9.3 pour la réalisation des cartes ;
- ENVI 5.0 pour le filtrage de l'image et la classification supervisée par maximum de vraisemblance ;
- Microsoft Word et Microsoft Excel pour la rédaction des différents rapports ;
- Qgis 3.8 pour la visualisation et la mise en forme de la base de données ;
- SAGA GIS pour les extractions statistiques.

1.3. Méthodes

1.3.1. Prétraitement des images

Des améliorations radiométriques ont été appliquées aux images afin d'augmenter la lisibilité des images et de faciliter leur interprétation. Les images ont ensuite été géo-référencées avec le référentiel UTM-31 WGS-84 N. La correction géométrique des images est effectuée à l'aide de la feuille topographique au 1 : 200 000. Les images ont été orthorectifiées à partir d'un fichier de points relevés par GPS sur le terrain. Les fichiers de forme (shapefiles) de la carte de situation réalisée grâce au logiciel ArcView 3.2, ont été projetés sur les images géoréférencées pour extraire la zone d'étude.

1.3.2. Traitement des images

- Classification numérique des images : des compositions colorées ont été réalisées en associant les canaux 4 pour l'infrarouge [0,75-0,90 μm], 3 pour le rouge [0,63-0,69 μm] et 2 pour le vert [0,52-0,60 μm] à l'ordre colorimétrique Rouge, Vert, Bleu A. Mama (2013, p. 79). La méthode de classification supervisée est utilisée : D'après F. Bonn et G. Rochon (1992), repris par H. Djibril & al. (2015, p. 4173), c'est une méthode de classification par pixel qui repose sur le postulat que la signature spectrale de chacun des pixels est représentative de la classe de végétation dans laquelle il se trouve. Avec l'algorithme du « maximum de vraisemblance », la méthode de classification supervisée à l'aide du logiciel Envi 5.0 a permis

d'identifier des échantillons assez homogènes de l'image qui sont représentatifs de différents types de surfaces (classes d'information). Ces échantillons, ensemble de données-tests (zones d'entraînement), permettent la classification d'un ensemble spécifique de classes. Les informations numériques pour chacune des bandes et pour chaque pixel de ces ensembles sont utilisées pour que l'ordinateur puisse définir automatiquement les classes et ensuite reconnaître automatiquement des régions aux propriétés similaires à chaque classe.

- Validation des classifications d'images : il s'est agi de confronter le résultat de la classification aux connaissances de terrain : comparaison visuelle avec des données exogènes (comparaison des populations de pixels provenant des parcelles d'apprentissage avec celles provenant de la cartographie obtenue). L'évaluation a également été faite à l'aide de la matrice de confusion (UMR TETIS, p. 39). Les logiciels ENVI 5.0 et ArcGIS 9.3 ont respectivement été utilisés pour les traitements d'image et la création du Système d'Information Géographique (SIG). Un GPS a servi pour la reconnaissance des classes d'occupation pendant le contrôle de vérité terrain.
- Restitution cartographique des classifications : la fusion des résultats issus des différentes étapes de classification a permis de retenir les classes pertinentes de l'occupation du sol. Les images classifiées ont été filtrées. Le filtre a été réalisé à partir de l'outil Spatial Analysis Tools (Majority filter) avec une taille de fenêtre de 8 x 8 pixels. Le processus de classification a permis de générer des statistiques descriptives sur les superficies des différents types d'occupation du sol pour chacune des trois dates.

Grâce au module Analysis Tools d'ArcGIS 9.3, les croisements ont permis d'évaluer les mutations spatiales entre unités d'occupation des terres au cours des périodes : 1995 à 2005, 2005 à 2015 et 1995 à 2015. Une matrice de conversion présente alors sous forme de tableau pour chaque période : en

Étude diachronique du couvert végétal de 1995 à 2015 dans la forêt classée des Trois Rivières à l'est de l'axe Monrou-Dunkassa

colonnes les superficies de chaque unité d'occupation de l'année la plus récente ; et en lignes les superficies des mêmes unités au cours de l'année antérieure. En diagonale et en gris les superficies des formations végétales restées inchangées. (O. Arouna, 2012 cité par H. Djibil, 2017, p. 4174).

- Taux moyen annuel d'expansion spatiale : la dynamique de l'occupation des terres a été quantifiée à partir du calcul du taux moyen annuel d'expansion spatiale. La formule utilisée est celle adoptée par H. Djibril & al., (2015, p.4174).

$$Ta = \frac{S2 - S1}{S1(t2 - t1)} \times 100$$

Avec Ta le taux moyen annuel d'expansion spatiale, S1 et S2 les superficies d'une catégorie d'occupation des terres en année t1 et en année t2.

- Taux de conversion : le taux de conversion d'une classe de végétation correspond au degré de transformation subie par cette classe de végétation en se convertissant vers d'autres classes. Il s'obtient à partir de la matrice de transition (H. Djibril & I. Toko, 2015, p. 4174) suivant la formule:

$$TC = \frac{ST - Ss}{\sum ST} \times 100$$

Avec TC le taux de conversion, ST les superficies des unités d'occupation du sol issues de la conversion d'une formation végétale, Ss la superficie de la même formation restée stable à la date t 1.

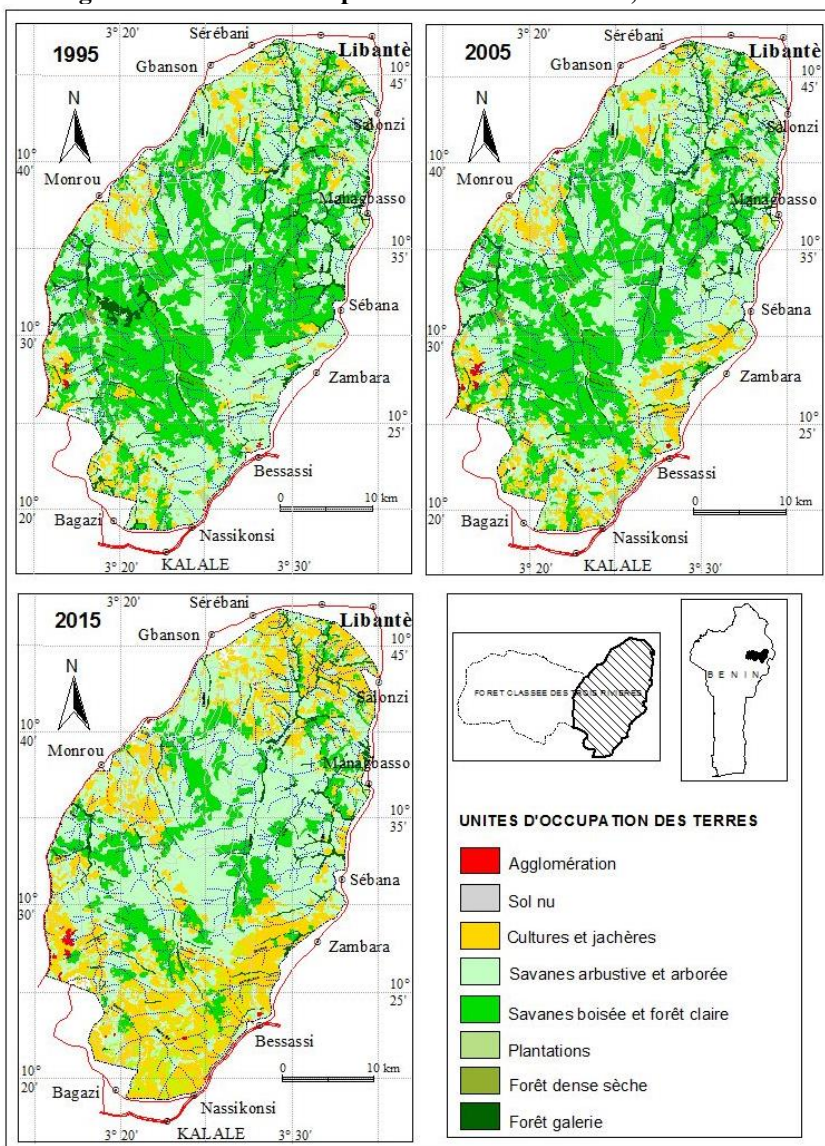
2. Résultats

2.1. *Etat de l'occupation des terres en 1995, 2005 et en 2015*

La figure 1 montre les états de l'occupation des terres en 1995, 2005 et 2015. En effet, en 1995, le secteur d'étude présente une mosaïque de formations naturelles (forêts, savanes) plus ou moins profondément perturbées par les cultures et jachères de la périphérie vers l'intérieur de la forêt. L'état de l'occupation des terres en 2005 ressemble à celui de 1995 avec un renforcement du front de colonisation agricole dans le sud autour des localités de Nassikonsi, Bessassi et de Zambara. Désormais, le front de colonisation se déplace le long des axes secondaires : de Dunkassa vers Monrou d'une part et davantage de Bessassi vers Monrou d'autre part.

En 2015, la compétition entre les unités d'occupation des terres apparaît nettement en faveur des cultures et jachères qui couvrent quasiment le sud du secteur d'étude et évoluent vers le nord, principalement le long des grands axes routiers. De la même façon, les zones de cultures s'élargissent du nord ou du nord-ouest (Monrou) en direction du sud.

Étude diachronique du couvert végétal de 1995 à 2015 dans la forêt classée des Trois Rivières à l'est de l'axe Monrou-Dunkassa
Figure 2 : Etats de l'occupation des terres en 1995, 2005 et 2015

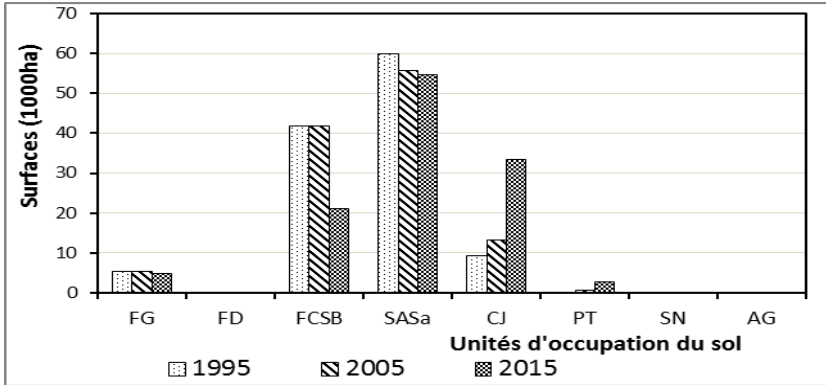


Sources : Fond topographique IGN 1992 – Images SPOT 1995-2005-2015

Conception : G. Montcho 2019

Les histogrammes de la figure 2 permettent une appréciation globale et comparée des superficies occupées par les principales unités d'occupation des terres en 1995, 2005 et 2015 dans cette portion orientale de la forêt classée des Trois Rivières.

Figure 2 : Bilan de l'occupation des terres de 1995, 2005 et 2015



Pour les formations naturelles : les savanes arbustives ou arborées (SASa) occupent les plus grandes superficies avec respectivement 59785,68 ha, 55657,61 ha et 54598,09 ha devant les forêts claires - savanes boisées (FCSB) avec 41765,62 ha, 41873,61 ha et 20945,98 ha ; contre seulement 5238,53 ha, 5234,46 ha et 4637,46 ha pour les galeries forestières (FG). Pour les formations anthropiques en nette progression, on a : 9124,13 ha, 13054,56 ha et 33503,37 ha pour les mosaïques champs et jachères ; 370 ha, 450 ha et 2780 ha pour les plantations. Il apparaît globalement, et surtout au cours de la dernière décennie, une réduction de moitié des superficies des savanes boisées et forêts claires (FCSB) pour une augmentation de plus du double de celles des champs et jachères (CJ).

2.2. Dynamique spatiale des unités d'occupations du sol

2.2.1. Transitions entre 1995 et 2005

Au cours de cette première décennie, les superficies de la plupart des unités d'occupation des terres sont restées stables, comme le

Étude diachronique du couvert végétal de 1995 à 2015 dans la forêt classée des Trois Rivières à l'est de l'axe Monrou-Dunkassa

montre le Tableau 1 avec beaucoup de valeurs nulles de part et d'autre de la diagonale de stabilité. Ainsi, entre 1995 et 2005, les étendues de savanes arborées et arbustives (SASa) sont passées de 5978,5 ha à 5565,6 ha, soit un taux moyen annuel de régression de 0,69 % ; celles des champs et jachères sont passées de 9124,13 ha à 13209,4 ha avec taux moyen annuel d'expansion spatiale de 4,48 % et un taux de conversion de 21,94 %. Par ailleurs, les plantations (PT) sont passées de 366,76 ha à 407,5 ha ; soit 1,11 % d'expansion spatiale par an pour un taux de conversion annuel de 5,03 %. Les autres unités d'occupation des terres sont restées stables. Globalement, les formations naturelles (savanes et forêts) sont passées de 107140,29 ha en 1995 à 103008,15 ha en 2005, soit un taux moyen annuel de régression de 0,39 %.

Tableau 1 : Matrice de transition de l'occupation des terres de 1995 à 2005

UOT_1995	UOT_2005								Sup_1995 ha
	FG	FD	FCSB	SASa	CJ	PT	SN	AG	
FG	5234,5	0	0	0	4,08	0	0	0	5238,53
FD	0	350,5	0	0	0	0	0	0	350,46
FCSB	0	0	41765,6	0	0	0	0	0	41765,62
SASa	0	0	0	54098,9	5680,68	0	0	6,11	59785,68
CJ	0	0	0	1558,72	7524,7	40,75	0	0	9124,13
PT	0	0	0	0	0	366,8	0	0	366,76
SN	0	0	0	0	0	0	138,6	0	138,55
AG	0	0	0	0	0	0	0	101,9	101,88
Sup_2005_ha	5234,46	350,46	41765,62	55657,61	13209,41	407,51	138,55	107,99	116871,62

Source : Interprétation des images SPOT de 1995 et de 2005

Légende : FG : Forêt galerie ; FD : Forêt dense ; FCSB : Forêt claire et savane boisée ; SASa : Savanes arborée et arbustive ; PT : Plantation; CJ : Champs et Jachères ; AG : Agglomération, 34,25 : Superficie demeurée stable entre 1995 et 2005

2.2.2. Transitions entre 2005 et 2015

Pendant la décennie 2005-2015, la dynamique spatiale d'ensemble est nettement régressive comme le montre les chiffres autres que zéro (0) au-dessus de la diagonale des valeurs stables du tableau 2. En effet, Les superficies des forêts claires et savanes boisées ont diminuée de moitié en passant de 41873,61 ha à 20945,98 ha ; les 350,46 ha de forêts denses sèches ont quasiment disparu ; les étendues de forêts galeries sont réduites de 5234,46 à 4637,4 ha

alors que celles des savanes arborées et arbustives ont faiblement évolué de 55657,61 ha à 54598,09 ha. Les taux annuels de régression sont assez significatifs : 10 % pour les forêts denses sèches, 5 % pour les forêts claires - savanes boisées, 1,14 % pour les galeries forestières et 0,19 % pour les savanes arborées arbustives. A l’opposé, les superficies des champs et jachères ont augmenté de deux fois et demie en passant de 13054,56 ha à 33503,37 ha ; celles des plantations sont multipliées par six (6) allant de 454,37 ha à 2775,14 ha ; alors que les agglomérations ont vu leur superficie s’agrandir de 107,99 ha à 273,03 ha. Le taux moyen annuel d’expansion spatiale reste assez élevé pour plantations (51,08 %), les champs et jachères (15,66 %) et les agglomérations (15,28 %) ; leurs taux de conversion étant respectivement 0,85%, 12,05 % et 0,25 %. Au total, la forte dégradation des formations naturelles qui sont passées de 103116,14 ha en 2005 à 80181,52 ha en 2015 correspond à un taux annuel de régression de 2,22 % (près de 6 fois celui de la 1995-2005).

Tableau 2 : Matrice de transition de l’occupation des terres de 2005 à 2015

UOT_2005	UOT_2015							Sup_2005 ha
	FG	FCSB	SASa	CJ	PT	SN	AG	
FG	4637,5	0	0	576,63	20,38	0	0	5234,46
FD	0	48,90	277,11	24,45	0	0	0	350,46
FCSB	0	20459	14199,7	6974,52	146,70	0	93,73	41873,61
SASa	0	438,07	37949,3	16709,9	539,95	0	20,38	55657,61
CJ	0	0	2172,02	9177,11	1654,5	0	50,94	13054,56
PT	0	0	0	40,75	413,62	0	0	454,37
SN	0	0	0	0	0	138,6	0	138,55
AG	0	0	0	0	0	0	108,0	107,99
Sup_2015 ha	4637,46	20945,98	54598,09	33503,37	2775,14	138,55	273,03	116871,62

Source : Interprétation des images SPOT de 2005 et de 2015

Légende : FG : Forêt galerie ; FD : Forêt dense ; FCSB : Forêt claire et savane boisée ; SASa : Savanes arborée et arbustive ; PT : Plantation; CJ : Champs et Jachères ; AG : Agglomération, 107,99 : Superficie demeurée stable entre 2005 et 2015

2.2.3. Transitions entre 1995 et 2015

Le tableau 3 donne le bilan de deux décennies (1995-2015) d’occupation des terres dans le secteur d’étude. Il montre que

Étude diachronique du couvert végétal de 1995 à 2015 dans la forêt classée des Trois Rivières à l'est de l'axe Monrou-Dunkassa

durant ces vingt années, la dynamique spatiale est particulièrement régressive avec beaucoup de valeurs nulles de progression en-dessous de la diagonale de stabilité. De 41765,62 ha à 20945,98 ha, les forêts claires et savanes boisées (FCSB) connaissent la plus forte régression de 1995 à 2015 devant les savanes arborées et arbustives qui passent de 59785,68 ha à 54598,09 ha et les forêts galeries dont les superficies passent de 5238,53 ha à 4637,46 ha. Les taux annuels de régression correspondants se présentent comme suit : 5 %, 2,5 %, 0,57 % et 0,43 % pour respectivement les forêts denses sèches (FD), les forêts claires-savanes boisées (FCSB), les forêts galeries (FG) et les savanes arborées-arbustives (SASa). Par contre, les superficies des champs et jachères (CJ) évoluent de 9124,13 ha à 33503,37 ha ; les plantations (PT) de 366,76 ha à 2775,14 ha et les agglomérations de 101,88 ha à 273,03 ha. Ces nettes progressions se présentent comme suit en taux moyens annuels d'expansion : 32,83 % pour les plantations, 13,36 % pour les champs et jachères et 8,4 % pour les agglomérations (AG) ; avec des taux annuels de conversion respectifs de 0,59 %, 3,81 % et 0,21 %.

Tableau 3 : Matrice de transition de l'occupation des terres de 1995 à 2015

UOT_1995 ha	UOT_2015							Sup_1995_ha
	FG	FCSB	SASa	CJ	PT	SN	AG	
FG	4637,5	0	0	580,70	20,38	0	0	5238,53
FD	0	48,90	277,11	24,45	0	0	0	350,46
FCSB	0	20351,0	14199,7	6974,52	146,70	0	93,73	41765,62
SASa	0,00	438,07	37132,2	20393,8	1795,1	0,00	26,49	59785,68
CJ	0	107,99	2989,08	5489,15	486,97	0	50,94	9124,13
PT	0	0	0	40,75	326,01	0	0	366,76
SN	0	0	0	0	0	138,6	0	138,55
AG	0	0	0	0	0	0	101,9	101,88
Sup_2015_ha	4637,46	20945,98	54598,09	33503,37	2775,14	138,55	273,03	116871,62

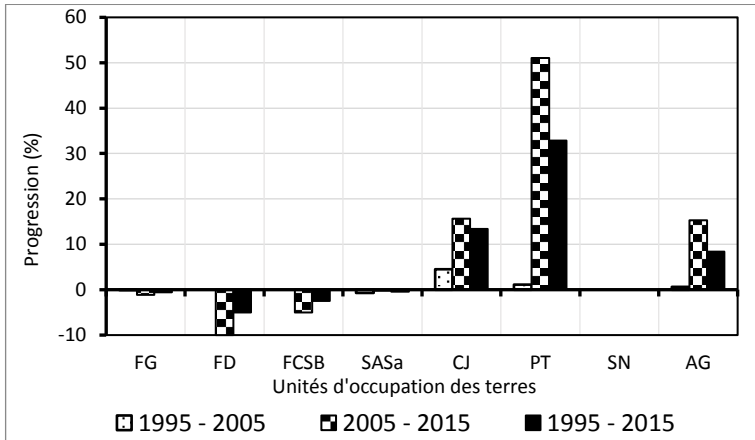
Source : Interprétation des images SPOT de 1995 et de 2015

Légende : FG : Forêt galerie ; FD : Forêt dense ; FCSB : Forêt claire et savane boisée ; SASa : Savanes arborée et arbustive ; PT : Plantation; CJ : Champs et Jachères ; AG : Agglomération, 107,99 : Superficie demeurée stable entre 1995 et 2015 ; à sa droite les chiffres des régressions et à gauche, ceux des progressions.

L'anthropisation des formations végétales naturelles naissante de 1995 à 2005 s'est renforcée et généralisée entre 2005 et 2015. Elles

présentent des taux moyens annuels de régression de 0,39 % au cours de la première décennie, 2,22 % au cours de la seconde et 1,26 % entre 1995 et 2015. Parallèlement, et pour les mêmes périodes, les taux moyens annuels d'expansion des champs et jachères sont respectivement 4,48 % ; 15,56 % et 13,36 %. Avec un taux moyen annuel d'expansion spatiale insignifiant (1,11 %) entre 1995 et 2005, les plantations enregistrent dix ans plus tard un chiffre record de 51,08 %. A l'échelle du secteur d'étude, la figure 3 illustre les unités d'occupation des terres (UOT) en régression (FG, FD, FCSB et SASa) et celles en progression (CJ, PT et AG) entre 1995 et 2015.

Figure 3 : Taux moyen annuel d'expansion spatiale des UOT.



3. Discussion

La comparaison des cartes de l'occupation des terres de 1995, 2005 et 2015 a permis d'évaluer le degré élevé de dégradation des formations végétales dans la FC-TR à l'Est de l'axe Monrou-Dunkassa en vingt ans. Le constat est général et la pression la plus visible et la plus inquiétante s'observe notamment dans les forêts classées des Trois Rivières, de Sota, de Goungoun, de Dogo-kétou, de l'Ouémé supérieur-N'Dali où la perte de la couverture forestière varie de 50 à 90 %, (MEPN, 2011, p. 93). Toutes les réserves forestières et les forêts classées font l'objet d'une destruction de la

Étude diachronique du couvert végétal de 1995 à 2015 dans la forêt classée des Trois Rivières à l'est de l'axe Monrou-Dunkassa

part des paysans à la recherche de zones de cultures ou de la part des citoyens à la recherche de terrains pour construire (J. Trouvé, 1995, p. 29). Par ailleurs, la culture du coton (espèce héliophile), de plus en plus encouragée en vue d'accroître les recettes d'exportation du pays (au moins 600.000 ha emblavée en 2012), vient au premier rang des spéculations qui obligent les paysans à défricher plusieurs hectares chaque année notamment dans la partie septentrionale (CDB, 2014, p. 8). A une échelle plus réduite, S. Zakari & al. (2015, p. 247) arrivent à la même conclusion après une étude sur la variabilité hydropluviométrique et dynamique de l'occupation des terres dans le bassin de la Sota. A l'ouest du secteur d'étude, dans le Parc National du W et de ses terroirs riverains, J. Avakoudjo & al. (2014, p. 2620) signalent une amplitude régressive de 37,38 % en 36 ans (soit 1,04 % par an) des formations forestières ; I. Toko Imorou (2013, p. 119) fait le même constat dans la commune de Kandi. A l'Ouest du Burkina Faso, la proximité du Parc National des Deux Balé (PNDB) avec la ville de Boromo et les hameaux de culture tout autour en fait une réserve de terres cultivables (B. Tankoano & al., 2016, p. 844).

L'autre activité anthropique qui contribue autant que l'agriculture à la dégradation du couvert végétal dans le secteur d'étude reste la transhumance. Il en résulte de profondes perturbations que H. Djibril et I. Toko Imorou (2015, p. 4178) soulignent à Dunkassa au Nord-Est du Bénin, à travers le rôle des activités agropastorales notamment le surpâturage dans la dégradation des formations naturelles dont ils évaluent le taux de conversion à en moyenne de 17 % sur 27 ans ; soit 0,85 % par ans. Ce taux est assez voisin de celui obtenu dans le cadre de la présente étude.

Outre ces facteurs humains, les réalités climatiques des trois dernières décennies attestent de la forte emprise et du handicap que sont les péjorations et excès pluviométriques pour les activités économiques au Bénin (MEHU, 2001, p. 28). Plus précisément dans la région septentrionale du Bénin, la FAO (2012, p. 55) rapporte que l'application des modèles pertinents d'analyse des

changements climatiques aux données climatologiques enregistrées sur 40 ans montre une tendance à la baisse de la pluviométrie annuelle. Zakari S. & al. (2015, p. 402) abondent dans le même sens lorsqu'ils affirment que les précipitations dans l'extrême-nord du Bénin sont marquées par de fortes fluctuations avec une succession d'années déficitaires et d'années excédentaires.

Conclusion

L'interprétation d'images satellites SPOT a permis de cartographier les états de l'occupation des terres en 1995, 2005 et 2015. Les matrices de transition résument l'évolution progressive ou régressive des différentes unités d'occupation des terres ; et la dégradation du paysage reste la tendance majeure qui prévaut dans la FC-TR à l'Est de l'axe Monrou-Dunkassa. La forte production cotonnière, l'élevage, la transhumance, les cultures vivrières, les coupes sélectives d'espèces ligneuses pour les bois d'œuvre, les feux de végétation, la fabrication du charbon, le bois de chauffage, l'utilisation des feuilles, écorces, racines ainsi que des produits forestiers non ligneux à des fins d'alimentation, de pharmacopée, de commercialisation ou culturelles... en sont autant de causes directes auxquelles s'ajoutent celles indirectes de la pauvreté d'une population en forte croissance démographique, d'un cadre juridique lacunaire peu respecté aussi bien par les pouvoirs publics que par les populations riveraines de la FC-TR et un contexte climatique assez contraignant. La prise de conscience du danger que constitue l'anthropisation à outrance du couvert végétal national et en particulier des réserves forestières ne suffit pas pour freiner ce processus néfaste pour la diversité biologique ; une volonté politique inébranlable et une forte implication des populations sont indispensables pour inverser la tendance.

Bibliographie

ADOMOU Aristide Cossi, YEDOMONHAN Hounnankpon,
SINSIN Brice, VAN DER MAESEN L. G. Josephus, 2007,
Quelles aires protégées pour l'Afrique de l'Ouest ?

Étude diachronique du couvert végétal de 1995 à 2015 dans la forêt classée des Trois Rivières à l'est de l'axe Monrou-Dunkassa
Distribution des aires protégées et conservation de la flore en République du Bénin. Notulae Florae Beninensis 11. IRD Éditions. Collection Colloques et séminaires. Paris. 14 pages.

AROUNA Ousséni, 2012, *Cartographie et modélisation prédictive des changements spatio-temporels de la végétation dans la Commune de Djidja au Bénin : implications pour l'aménagement du territoire*. Thèse de Doctorat Unique, EDP/FLASH/UAC, Bénin, 246 pages.

Avakoudjo Julien, MAMA Adi, TOKO Ismaïla, KINDOMIHOU Valentin et SINSIN Brice, 2014, « Dynamique de l'occupation du sol dans le Parc National du W et sa périphérie au nord-ouest du Bénin », *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 8(6): 2608-2625, Décembre 2014. ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print), 23 pages.

BANCE Soumayila., SAWADOGO Prosper, OUEDRAOGO Lassané, Yaméogo Sylvie, BALMA Didier., BOGNOUNOU Ouétan, OUEDRAOGO Louis, OUEDRAOGO M., OUEDRAOGO Albert, KOUDOUGOU Zowendé, THIOMBIANO Jean-Marie., TRAORE Omar, OUATTARA Frédéric N., ZERBO Isaaka, et SAWADOGO Abdou, 1999, *Country study on Burkina Faso biodiversity*, Published by the Permanent Secretariat of the National Council for the Management of the Environment, O1 P.O. Box 6486, Ouagadougou 01, Burkina Faso Telephone : +(226) 31 24 64 Fax :+(226) 31 64 91, 156 pages.

BONN Ferdinand et ROCHON Guy, 1992, *Précis de télédétection*, Volume 1, Principes et méthodes. Presses de l'Université du Québec, 486 pages.

CDB, 2014, *Cinquième rapport national sur la mise en œuvre de la convention sur la diversité biologique au Bénin*. Direction Générale des Forêts et des Ressources Naturelles (DGFRN). Ministre de l'Environnement-Bénin, 109 pages.

- DJIBRIL Housérou & TOKO IMOROU Ismaïla, 2015, « Dynamique des formations végétales riveraines et capacité de charge autour de la retenue d'hydraulique pastorale de Dunkassa au Nord-Est du Bénin », *Journal of Animal & Plant Sciences*, 2015. Vol.27, Issue 1: 4161-4169 Publication date 2/12/2015, <http://www.m.elewa.org/JAPS>; ISSN 2071-7024, 16 pages.
- FAO, 2012, *La transhumance transfrontalière en Afrique de l'Ouest Proposition de plan d'action*, 146 pages.
- FAO, 2018, *Agriculture durable et biodiversité : des liens inextricables*. Version révisée ©FAO - I9577FR/1/05, 47 pages.
- GOLLIER Christian, 2012, « Actualisation et développement durable : en faisons-nous assez pour les générations futures ? » *Annales d'Economie et de Statistique Hors-Série No 1, 2012 v1 Économie, Environnement et Destin des Générations Futures*, 40 pages.
- GRIME John Philip, 2002, « Declining plant diversity: empty niches or functional shifts ? » *Journal of Vegetation Science* 13: 457-460, 2002 © IAVS; Opulus Press Uppsala. Printed in Sweden, 4 pages.
- MAMA Adi, SINSIN Brice, DE CANNIERE Charles & BOGAERT Jan, 2013, « Anthropisation et dynamique des paysages en zone soudanienne au nord du Bénin » *Tropicicultura*, 2013, 31, 1, 78-88, 11 pages.
- MEPN, 2011, *Réalisation de l'étude de référence sur la diversité biologique des massifs forestiers des Trois Rivières, de Sota, de Goungoun, de Dogo-kétou, de l'Ouémé supérieur-N'Dali*.
- MEHU, 2001, *Communication Nationale Initiale du Bénin sur les Changements Climatiques*. Direction de l'Environnement, 94 pages.

- Étude diachronique du couvert végétal de 1995 à 2015 dans la forêt classée des Trois Rivières à l'est de l'axe Monrou-Dunkassa*
 OMM, 2005, *Le climat et la dégradation des sols*. OMM-N° 989 © 2005, Organisation météorologique mondiale ISBN 92-63-20989-8, 34 pages.
- OUCHENE Belkacem & MORONCINI Aurore, 2016, *De la durabilité à la responsabilité envers les générations futures*, Working paper CIRIEC N° 2016/02, 28 pages.
- PROJET TCP/RAF/3306, 2011, *Appui à la préparation du Plan de Convergence pour la gestion et utilisation durables des écosystèmes forestiers en Afrique de l'Ouest*. Rapport national du Bénin pour la gestion et utilisation durables des écosystèmes forestiers, 47 p.
- TANKOANO Boalidia, HIEN Mipro, N'Da H. Dibi, SANON Zézouma, AKPA You Lucette, JOFACK SOKENG Valère-Carin And SOMDA Iréné, 2016. « Cartographie de la dynamique du couvert végétal du Parc National des deux Balé à l'Ouest du Burkina Faso », *International Journal of Innovation and Applied Studies* ISSN 2028-9324 Vol. 16 No. 4 Jun. 2016, pp. 837-846 © 2016 *Innovative Space of Scientific Research Journals* <http://www.ijisr.issr-journals.org/>, 10 pages.
- TOKO IMOROU Ismaïla, 2013, « Impact des activités anthropiques sur la végétation en région soudanienne : la commune de Kandi au Bénin », *J. Rech. Sci. Univ. Lomé (Togo)*, Série B, 15(3) : 111-122, 16 pages.
- TRICART Jean, 1954, « Influence des sols salés sur la déflation éolienne en basse Mauritanie et dans le delta du Sénégal ». *Revue de Géomorphologie Dynamique*, 5 : 124-132.
- TROUVE José, 1995, *Les politiques publiques en matière de forêts dans l'Afrique francophone subsaharienne*. United Nations Research Institute for Social Development DP 69, 52 pages.
- UMR TETIS, 2007, *Introduction à la classification des données de télédétection : Module Extraction de l'information en*

télédéttection, UMR TETIS Cemagref-CIRAD-ENGREF, 48 pages.

WALPOLE Matthew J., NABAALA Moriaso and MATANKORY Charles, 2004, « Status of the Mara Woodlands in Kenya », *African Journal of Ecology*, *Afr. J. Ecol.*, 42, 180–188, 9 pages.

YENGOH Genesis T., OLSSON Lennart, TENGBERG Anna E., GONZALEZ-ROGLICH Mariano, ZVOLEFF Alex, 2011, *Évaluer la dégradation des terres pour soutenir le développement durable en Afriques : Contexte pour l'utilisation de l'outil de suivi de la dégradation des terres du FEM (FEM- LDMP)*, 71 pages

ZAKARI Soufouyane, TENTE Brice, TOKO IMOROU Ismaïla, YABI Ibouaraïma, AFOUDA Fulgence, and N'Bessa Benoit, 2015, « Variabilité hydropluviométrique et dynamique de l'occupation des terres dans le bassin de la Sota à l'exutoire de Coubéri au Bénin (Afrique de l'Ouest) » *International Journal of Innovation and Applied Studies* ISSN 2028-9324 Vol. 13 No. 2 Oct. 2015, pp. 235-250 © 2015 *Innovative Space of Scientific Research Journals* <http://www.ijisr.issr-journals.org/>, 21 pages.

ZAKARI Soufouyane, TENTE Brice Agossou Hugue, YABI Ibouaraïma, TOKO IMOROU Ismaïla, 2015, « Évolution hydroclimatique, perceptions et adaptation des agroéleveurs dans l'extrême nord du Bénin (Afrique de l'ouest) » XXVIII Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Liège 2015, 8 pages.