



HAL
open science

ANALYSE DE L'OCCUPATION DU SOL POUR LE SUIVI DE L'EVOLUTION DU PAYSAGE DU TERRITOIRE OUATCHI AU SUD-EST TOGO ENTRE 1958 ET 2015

Koffi Djagnikpo Kpedenou, Ousmane Drabo, Awa Pounyala Ouoba, Dapola
Constant E. Da, Thiou Tanzidani K. Tchamie

► To cite this version:

Koffi Djagnikpo Kpedenou, Ousmane Drabo, Awa Pounyala Ouoba, Dapola Constant E. Da, Thiou Tanzidani K. Tchamie. ANALYSE DE L'OCCUPATION DU SOL POUR LE SUIVI DE L'EVOLUTION DU PAYSAGE DU TERRITOIRE OUATCHI AU SUD-EST TOGO ENTRE 1958 ET 2015. CAHIERS DU CERLESHS, 2017, XXXI (55), pp.203-228. <hal-01701176>

HAL Id: hal-01701176

<https://hal.science/hal-01701176v1>

Submitted on 14 Feb 2018

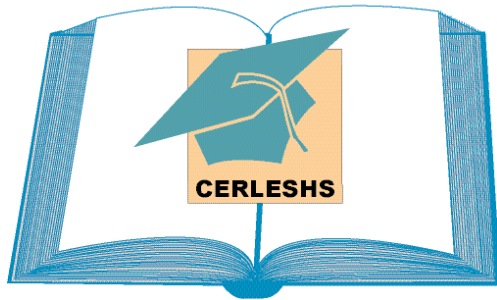
HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

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



Copyright - All rights reserved

CAHIERS DU CERLESHS



Tome XXXI, n° 55, octobre 2017

ISSN 0796-5966

CENTRE D'ETUDES ET DE RECHERCHE EN LETTRES, SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES

P. U. O.

OUAGADOUGOU

CAHIERS DU CERLESIS

LETTRES, SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES

Tome XXXI, N° 55, octobre 2017

Directeur de publication : Bernard KABORE, maître de conférences de sociolinguistique,
Université Ouaga I Pr Joseph Ki-ZERBO.

Comité Scientifique

Président : Pr Alou KEITA, professeur de linguistique, Université Ouaga I Pr Joseph Ki-ZERBO.

Membres :

Jean-Baptiste OUEDRAOGO, directeur de recherche en socio-anthropologie, CNRST, Ouagadougou ;
Karim TRAORE, Associate professor of African Literature, Université de Géorgie, Athens, USA ;
Katja WERTHMANN, Professeur des études africaines, Institute of African Studies, Universitaet Leipzig, Allemagne ;
Magloire SOME, professeur d'histoire contemporaine, Université Ouaga I Pr Joseph Ki-ZERBO ;
Mahamadé SAVADOGO, professeur de philosophie, Université Ouaga I Pr Joseph Ki-ZERBO ;
Mahir SAUL, professor of Anthropology, Université de l'Illinois, Urbana-Champaign, USA ;
Moussa DAFF, professeur en sciences du langage, Université Cheikh Anta DIOP, Sénégal ;
Salaka SANOU, professeur de littératures africaines, Université Ouaga I Pr Joseph Ki-ZERBO ;
Serge Théophile BALIMA, professeur de communication et journalisme, Université Ouaga I Pr Joseph Ki-ZERBO ;
Tanga Pierre ZOUNGRANA, professeur de géographie, Université Ouaga I Pr Joseph Ki-ZERBO ;

Comité de lecture

Abdoul Aziz ISSA DAOUDA, professeur de littérature africaine, Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger ;
Abou NAPON, professeur de sociolinguistique, Université Ouaga I Pr Joseph Ki-ZERBO ;
Adama COULIBALY, professeur de littérature africaine, Université Félix HOUPHOUET-BOIGNY, Abidjan, Côte d'Ivoire ;
Afsata PARE, professeur des sciences de l'éducation, Université de Koudougou ;
Albert OUEDRAOGO, professeur de littérature orale africaine, Université Ouaga I Pr Joseph Ki-ZERBO ;
Alfred KIEMA, maître de conférences en littérature africaine anglophone, Université Ouaga I Pr Joseph Ki-ZERBO ;
André SOUBEIGA, professeur de sociologie, Université Ouaga I Pr Joseph Ki-ZERBO ;
Bapio Rosaire BAMA, professeur de littérature germanique, Université Ouaga I Pr Joseph Ki-ZERBO ;
Dapola DA, professeur de géographie, Université Ouaga I Pr Joseph Ki-ZERBO ;
François de Salle OUEDRAOGO, professeur de géographie, Université Ouaga I Pr Joseph Ki-ZERBO ;
Frédéric O. K. PALE, maître de conférences de Géographie, Université Ouaga I Pr Joseph Ki-ZERBO ;
Georges SAWADOGO, professeur de didactique du français, Université de Koudougou ;
Jacques NANEMA, professeur de philosophie, Université Ouaga I Pr Joseph Ki-ZERBO ;
Jean-Célestin KY, professeur d'histoire de l'art, Université Ouaga I Pr Joseph Ki-ZERBO ;
Koléa Paulin ZIGUI, professeur de littérature orale, Université Alassane Dramane OUATTARA, Bouaké, Côte d'Ivoire.
Lalbila YODA, professeur de traductologie, Université Ouaga I Pr Joseph Ki-ZERBO ;
Maurice BAZEMO, professeur d'histoire moderne et contemporaine, Université Ouaga I Pr Joseph Ki-ZERBO ;
Momar CISSE, professeur de sciences du langage, Université Cheik Anta DIOP de Dakar, Sénégal ;
Moussa Willy BANTENGA, professeur d'histoire économique et sociale, Université Ouaga I Pr Joseph Ki-ZERBO ;
Pierre MALGOUBRI, maître de conférences de sciences du langage, Université Ouaga I Pr Joseph Ki-ZERBO ;
Serge GLITHO, professeur d'études germaniques, Université de Lomé, Togo ;
Yves DAKUO, professeur de sémiotique littéraire, Université Ouaga I Pr Joseph Ki-ZERBO ;

Comité de rédaction du présent numéro

Dr Fernand OUEDRAOGO (Psychologie), Université Ouaga I Pr Joseph KI-ZERBO ;
Dr Moumouni ZOUNGRANA (Littérature orale), Université Ouaga I Pr Joseph KI-ZERBO ;
Pr Pierre MALGOUBRI (Linguistique), Université Ouaga I Pr Joseph KI-ZERBO ;
Dr Lassina KOTE, (Archéologie), Université Ouaga I Pr Joseph KI-ZERBO ;
Dr Sidiki TRAORE (Grammaire et stylistique), Université Ouaga I Pr Joseph KI-ZERBO
Dr Fatié OUATTARA (Philosophie), Université Ouaga I Pr Joseph KI-ZERBO ;
Dr Mohamadou DIALLO (Linguistique), Université Ouaga I Pr Joseph KI-ZERBO ;
Dr Isidore YANOOGO (Géographie), Université Norbert ZONGO Koudougou ;
Dr Jean-Claude NABA (Etudes Germaniques), Université Ouaga I Pr Joseph KI-ZERBO ;
Pr Yves DAKOOU (Sémiotiques), Université Ouaga I Pr Joseph KI-ZERBO.

Secrétariat de rédaction

Balguissa SIMDE
Romain Sié YOUL
Yacouba KOURAOGO

Cahiers du CERLESHS

<http://www.cerleshs.univ-ouaga.bf>

Université Ouaga I Pr Joseph Ki-ZERBO,

UFR/LAC et SH

03 BP 7021 Ouagadougou 03

Tél. : (226) 25 30 73 18. Fax : (226) 25 31 78 14

Email : cerleshs@univ-ouaga.bf, cerleshs@rocketmail.com

© 2008, Centre d'Etudes et de Recherche en Lettres, Sciences Humaines et Sociales

SOMMAIRE

Editorial	VII
André-Marie BEUSEIZE, L'altération morphologique dans les genres courts de la littérature orale : le cas des proverbes baoulé.....	1
Yao Lambert KONAN, Étude comparée d'un conte ivoirien de la pédagogie de la peur et d'une fable lafontainienne.....	19
Mori Edwige TRAORÉ, La dation de nom chez les Tagba de Mahon.....	47
Landry K. Guy Gabriel YAMEOGO, Triadicité du contrat humoristique de certains énoncés de JJ.....	63
Yao KOUADIO, Examen du rôle des personnages humains et animaliers dans les proverbes africains : le cas du proverbe baoulé.....	81
Chérif MBODJ, La négation en seereer-siin.....	103
Sénon KANAZOE, Limites de l'approche classique de la passivation et de la pronominalisation en langue française.....	127
Kouakou Siméon KOUASSI, Kouakou Sylvain KOFFI, Kouakou Firmin KOUASSI, Daouda COULIBALY, Kouadio Narcisse YAO, Elvis BOYA, L'archéologie dans la patrimonialisation de la Forêt des Marais Tanoé – Ehy (FMTE - Sud-est Côte d'Ivoire). Première campagne de fouille sur le site de Dohouan	151

Etienne KOLA	
Piste philosophique et éducative à une nouvelle misère humaine : le consumérisme contemporain	167
Salamatou BILABENA,	
Taxes et citoyenneté au Togo.....	183
Djagnikpo Koffi KPEDENOU¹, Ousmane DRABO², Pounyala Awa OUOBA³, Constant Evariste Dapola DA⁴ et Thiou Tanzidani Komlan TCHAMIE⁵,	
Analyse de l'occupation du sol pour le suivi de l'évolution du paysage du territoire ouatchi au sud-est Togo entre 1958 et 2015.....	203
Basseri Jean-Claude OURAGA et Bi Zou Ambroise ZAMBLE,	
L'école ivoirienne à l'ère du numérique et de l'internet : quelles réalités au niveau de l'usage du téléphone portable en classe dans le secondaire à abidjan ? une analyse à partir de l'exemple de l'école william Ponty-Yopougon.....	229
Recommandations aux auteurs des articles.....	251
Sommaires des numéros précédents.....	257

EDITORIAL CERLESHS N° 55

Les fruits de l'esprit sont encore mûrs. Et de deux(02) pour la saison 2017. Qu'il en soit ainsi, (...) ! Les fruits de ce numéro sont l'émanation de plusieurs «planteurs de l'esprit» qui ont labouré l'imagination pour faire germer des épis de lettres, sciences humaines et sociales.

C'est l'occasion, pour nous, de saluer leur persévérance à produire afin d'apporter des sésames de clarté à certaines zones d'ombre relatives à leur domaine disciplinaire : malgré les tourbillons de l'existence qui hantent les esprits à tarir souvent les sources de l'inspiration, ils viennent d'ajouter quelque chose à l'humanité comme le souhaitait Edmond Abou en ces termes : «Ajoutons à l'humanité. On ne vous demande pas des miracles, on désire seulement que vous laissiez quelque chose après vous : un arbre, une vérité démontrée,...». Bref, un apport qui fera de vous un associé de ceux qui vivent et une providence pour ceux qui viendront.

C'est exactement ce que les contributeurs à ce numéro ont réussi à l'image des autres des précédents numéros. Sans les citer nommément, nous disons à tous Merci et à la prochaine au rendez-vous du donner et du recevoir via les Cahiers du Cerleshs.

Bernard KABORE
Maître de Conférences
Sociolinguistique et ethnolinguistique

ANALYSE DE L'OCCUPATION DU SOL POUR LE SUIVI DE L'EVOLUTION DU PAYSAGE DU TERRITOIRE OUATCHI AU SUD-EST TOGO ENTRE 1958 ET 2015

**KPEDENOU Djagnikpo Koffi¹,
DRABO Ousmane², OUOBA Pounyala Awa³, DA Constant Evariste
Dapola⁴ et TCHAMIE Thiou Tanzidani Komlan⁵**

Résumé

Le territoire Ouatchi est l'une des régions les plus peuplées du Togo. Du coup, le paysage subit sans cesse des pressions occasionnées par une démographie galopante, en quête du mieux-être. L'analyse diachronique du paysage peut servir à montrer l'effet des actions anthropiques sur l'occupation de cet espace. La présente étude a pour objectif de cartographier à travers les données multisources, l'occupation du sol et de quantifier son évolution de 1958 à 2015. Les résultats ont permis de montrer que l'occupation du sol est en mutation. Le paysage, constitué en 1958 à 13,2 % par les forêts, s'est dégradé au profit des savanes (6,7 %) et des formations anthropiques (6,4%) pour ne conserver que moins de 1% de forêt en 2015. Durant la même période, les champs et jachères ainsi que les agglomérations et sols nus ont vu, leurs surfaces augmentées respectivement de 9,4 et 735,1 %. Ces mutations sont principalement dues à l'action anthropique.

¹ Doctorant, Laboratoire de Recherches Biogéographiques et d'Etudes Environnementales (LaRBE), Université de Lomé

² Doctorant, Laboratoire Dynamique des Espaces et Sociétés (LDES), Département de Géographie, UFR/SH, Université Ouaga 1 Pr Joseph Ki-Zerbo

³ Assistante, Laboratoire LDES, E-mail : mpounyala@gmail.com, Département de Géographie, UFR/SH, Université Ouaga 1 Pr Joseph Ki-Zerbo

⁴ Professeur Titulaire, Laboratoire LDES, Département de Géographie, UFR/SH, Université Ouaga 1 Pr Joseph Ki-Zerbo

⁵ Professeur Titulaire, Laboratoire LaRBE, Département de Géographie, Université de Lomé

Mots clés : Dynamique d'occupation du sol, données multisources, territoire Ouatchi, Sud-est Togo.

SOIL OCCUPATION CARTOGRAPHY FOR LANDSCAPE DYNAMIC MONITORING OF OUATCHI DISTRICT IN THE SOUTH-EAST TOGO FROM 1958 TO 2015

Abstract

Ouatchi district is one of the most populated regions of Togo. Then, the landscape is constantly under rapid population pressures for their wellbeing. The diachronic landscape analysis can be used to show the impact of human actions on the occupation of this space. The objective of this present study is to map through the multisource data, land use and quantify its evolution from 1958 to 2015. Results show that land use is changing. The landscape, formed in 1958 to 13.2% by the forests deteriorated in favor of savannas (6.7%) and anthropogenic formations (6.4%), leaving only less than 1% in 2015. Meanwhile, fields, fallow, bare soil and towns have seen their surfaces increased by 9.4 and 735.1% respectively. These changes are mainly due to human actions.

Keywords: land use/land cover dynamic, multisource data, Ouatchi district, Southeast Togo

1. Introduction

L'étude de l'occupation du sol est une entrée privilégiée dans l'évaluation des interactions entre l'Homme et son milieu. Ainsi, les informations issues de l'analyse de l'occupation du sol sont toujours utiles dans l'identification des stratégies appropriées pour mieux gérer l'état de l'utilisation des terres. Plusieurs méthodes ont été inventées et appliquées à cet effet, avec des niveaux d'efficacité divers (Mas, 2000 ; Lu et al, 2004). Parmi celles-ci, l'analyse diachronique et multi-date de l'occupation du sol est l'une des plus utilisées, parce que c'est une méthode qui prend également en considération la répartition spatiale des changements (Franklin et al, 2002 ; Griffith et al, 2003). C'est une approche couramment appliquée par plusieurs auteurs (Ramankutty & Foley, 1999 ; Braimoh & Vlek 2005 ; Liu et al. 2005; N'Guessan et al, 2006 ; Tidjani et al, 2009 ; Kouassi, 2014 ; Soro et al, 2014).

Au Togo la dégradation des paysages naturels est une réalité. L'analyse diachronique de l'occupation du sol a permis à quelques études de mesurer l'évolution des paysages végétaux et aussi de quantifier les changements du milieu (Laré & Hodonou, 1998 ; Takou et al, 2012 ; Koumoi et al, 2013).

D'après les différents rapports sur la diversité biologique (MERF, 1996, 2009 et 2014), l'état des paysages naturels est dégradé. Les diagnostics révèlent une régression du couvert végétal doublé de la perte de biodiversité tant animale que végétale ; une dégradation physique et chimique des sols entraînant la diminution de leur potentiel agronomique. Dans ces rapports, les causes de la régression sont imputables à l'action anthropique.

Le territoire Ouatchi (Les *Ouatchi* sont l'une des ethnies du Togo), site de la présente étude, est situé dans le Sud-est dans la Région Maritime, qui constitue avec celle des Savanes et le Nord-est de la Région de la Kara les trois secteurs les plus touchés par le phénomène de dégradation des terres (Brabant et al, 1996). Quelques études antérieures ont abordé les problèmes de dégradation environnementale dans cette partie du pays (Le Bris, 1977a ; Le Bris 1977b ; Lakoussan, 1997 ; Aklamanou, 1998 ; Ogoundé, 1998) et une mise à jour s'avère nécessaire. S'il est établi que l'évolution des paysages est liée à l'homme et à ses différentes techniques mises au point pour exploiter les ressources naturelles, les cartes d'occupation du sol sont des outils indispensables pour la planification du développement et l'aménagement du territoire. Leur actualisation revêt toute une importance surtout dans une zone demeurée très peuplée avec des densités (environ 109 h./km² en 2010) qui sont parmi les plus fortes du territoire national et où se déroulent toutes sortes d'activités économiques (exploitation agricole, exploitation minière).

L'objectif de la présente étude, est d'analyser l'occupation du sol du territoire Ouatchi entre 1958 et 2015, afin d'évaluer les différentes tendances de l'évolution subie par le paysage naturel durant ces périodes.

2. Secteur d'étude

Le territoire Ouatchi constitue le secteur d'étude (Figure 1). Il comprend essentiellement trois (3) préfectures dont celles de Bas-Mono, Vo et Yoto situées au sud-est du Togo. Ces trois préfectures couvrent une superficie de 2 339,58 km². Ce secteur est compris entre le système lagunaire

au sud, le cours inférieur de la rivière Haho à l'ouest et une zone forestière au nord correspondant au contact du socle cristallin et de la terre de barre.

À l'est, le Mono se dresse comme une frontière naturelle. Administrativement, le secteur est limité au nord par la préfecture de Haho, au sud par la préfecture des Lacs, à l'est par la frontière béninoise et à l'ouest par la préfecture du Zio. L'espace s'étend entre les latitudes 6°12 et 6°55 nord, et les longitudes 1°15 et 1°46 est.



Source : Carte topographique de Lomé NB-31-XIV-XIII et INSEED, 2010

Figure 1 : Localisation du secteur d'étude

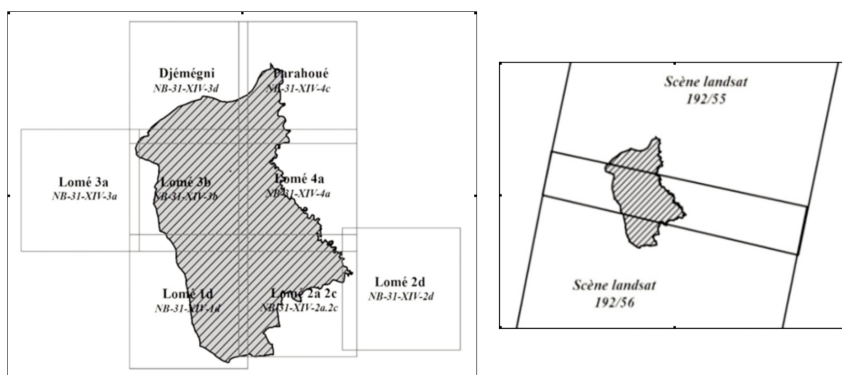
Sur le plan physique, le secteur se présente comme l'association de plusieurs zones nettement différenciées telles que le plateau de la terre de barre, les zones hydromorphes et la dépression de la Lama traversant la terre de barre. Cette dernière, une formation détritique du continental terminal, d'épaisseur variable, présentant de bonnes aptitudes culturales, qui occupe la plus grande partie du territoire. Peu diversifié, le modelé de ce plateau s'élève très lentement vers le nord avec quelques vallonnements de faible amplitude. Prenant en écharpe le plateau de la terre de barre, la dépression de la Lama, résultat de l'érosion, relie les vallées du Haho et du Mono. Les sols qui la constituent sont dans l'ensemble argileux noirs et mal drainés. Les zones hydromorphes sont constituées des vallées du Haho et du Mono aux inondations périodiques. Le climat est de type équatorial de transition à deux saisons de pluies. Les précipitations annuelles irrégulières de 1000 à 1200 mm, se concentrent sur deux périodes de l'année (Kokou et al., 2005) : la grande saison des pluies du mois de mars à celui de juillet, la petite de septembre à novembre. L'amplitude thermique reste faible. La végétation de la plus grande partie de la zone est actuellement d'origine anthropique et essentiellement composée de savanes arborées parsemées d'*Adansonia digitata* et de *Borassus aethiopum*.

La population du territoire Ouatchi est passée de 227 099 en 1959 à 464 517 habitants en 2010 avec un taux d'accroissement moyen de 2,04 % (INSEED, 2010). Sa répartition comme sa densité varient considérablement d'un canton à un autre et les disparités sont fortes d'un point à un autre. Ces irrégularités de répartition spatiale de la population font distinguer des densités de populations très variables par rapport à une moyenne de 198,55 habitants au km² contre celle nationale qui se situe autour des 100 habitants au km² (INSEED, 2010).

3. Matériels et méthodes

3.1. Données utilisées

Le suivi de l'évolution du paysage par l'analyse de l'occupation du sol du territoire Ouatchi se base sur l'analyse de 3 sources de données : les cartes topographiques des années 1950, les images satellites Landsat (1986 et 2015), ainsi que les relevés de terrain.



Source : Travaux de laboratoire 2016

Figure 2 : Superposition des cartes topographiques et images Landsat couvrant la zone d'étude

Cartes topographiques

Des cartes topographiques ont servi à l'évaluation des états de surface du secteur d'étude en 1958. Elles sont au nombre de huit (8) couvrant l'ensemble de la zone (Figure 2). Ce sont des cartes éditées entre 1954 et 1968 et produites à l'échelle de 1:50 000 grâce à l'interprétation de photographies aériennes prises entre 1949 et 1958 par l'Institut Géographique National (IGN-France). Il s'agit des feuilles de Parahoué NB-31-XIV-4c ; Lomé NB-31-XIV-2a. 2c ; Lomé NB-31-XIV-2d ; Lomé NB-31-XIV-3a ; Lomé NB-31-XIV-3b ; Lomé NB-31-XIV-4a ; Lomé NB-31-XIV-1d ; Djéméni NB-31-XIV-3d.

Images Landsat

Les images Landsat ont été utilisées pour la mise en place du suivi de la dynamique de l'occupation du sol dans le Sud-est Togo. Il s'agit des images TM pour l'année 1986 et OLI-TIRS pour l'année 2015. Comme l'indique la figure 2 ci-dessus, le secteur d'étude est à cheval entre les scènes 92-55 et 192-56. Les caractéristiques des différentes images sont consignées dans le tableau I.

Tableau I : Caractéristiques des scènes Landsat utilisées

Capteur	Date	Résolution (m)	Identification Path/Row
LANDSAT5 TM	13 janvier 1986	30	192 /55
LANDSAT5 TM	13 janvier 1986	30	192 /56
LANDSAT OLI-TIRS	13 janvier 2015	30	192/55
LANDSAT OLI-TIRS	13 janvier 2015	30	192/56

Source : www.landsat.com

Les cartes topographiques et les images Landsat ont été complétées par des données de terrain. Les relevés de terrain ont principalement concerné la collecte, à l'aide d'un récepteurs GPS, des points d'échantillonnage ayant servi à la classification des images. Des illustrations des unités d'occupation du sol ont également été faites grâce à un appareil photographique.

3.2. Traitement des données

3.2.1. Traitement cartographique des données

Exploitation des cartes topographiques

La technique utilisée a consisté à scanner les cartes topographiques, les géoréférencer dans l'ellipsoïde WGS 84 et le fuseau 31 Nord, puis les numériser afin d'en produire une carte d'occupation des sols. Cette opération est faite, dans le cadre de la présente étude, à l'ordinateur à l'aide du Système d'Information Géographique.

Extraction de l'information des images Landsat

L'extraction de l'information des images Landsat s'est déroulée à travers toute une série d'opérations regroupées en deux phases. Une première phase consacrée au prétraitement des images et une seconde phase dédiée au traitement proprement dite.

- *Prétraitement des images Landsat*

Le prétraitement des données regroupe toutes les opérations qui sont effectuées dans le but de rendre les lots de données lisibles et superposables. Il s'agit des corrections géométriques et radiométriques, du mosaïquage et de

l'extraction du secteur d'étude. Les améliorations radiométriques corrigent les effets des différents artefacts qui perturbent la mesure radiométrique, alors que celles géométriques rendent possible la superposition à d'autres documents cartographiques de référence (Shlien, 1997). Cette dernière n'a pas été nécessaire car les images obtenues sont déjà projetées dans le système Universal Transverse Mercator (UTM). Cependant, le mosaïquage s'est avéré nécessaire étant donné que le secteur d'étude est couvert par deux scènes d'images Landsat (192-55 et 192-56). Il a consisté à juxtaposer les bandes identiques des scènes entre elles pour former une plus grande (Jobin et al, 2007 ; Wiederkehr, 2013). Les images ont d'abord été rehaussées dans le but d'uniformiser les teintes des bandes spectrales (Leboeuf & Paquet, 2013).

Le secteur d'étude fut extrait à partir des images mosaïques, suivant les limites administratives des trois préfectures fusionnées. Une fenêtre d'étude de 2752 sur 2066 pixels centrée sur les préfectures de Bas-Mono, Vo et Yoto, et limitée par les coordonnées 6°12 et 6°55 de latitudes nord, et 1°15 et 1°46 de longitudes est, fut découpée des ensembles pour les deux périodes (1986 et 2015). Ce traitement pouvant entraîner des pertes d'informations, l'option d'un rééchantillonnage par la méthode du plus proche voisin «NearestNeighbor», qui selon Caloz et al. (1993), conserve les valeurs radiométriques originales de l'image, fut adoptée.

• *Traitement numérique*

Des compositions colorées combinant les bandes 4-5-3 pour les Landsat TM et 5-6-4 pour les OLI-TIRS (Chatelain, 1996 ; Girard & Girard, 1999 ; Oszwald, 2005) furent réalisées. L'objectif est d'avoir une synthèse d'informations en vue d'une bonne discrimination des unités d'occupation du sol. De plus, l'interprétation visuelle des images qui a pour rôle d'établir une relation entre le terrain et l'image a permis d'identifier des détails comme : les forêts (forêts dégradées et forêts galeries), les savanes (arborées et arbustives, fourrés et autres végétations basses), les plantations et agroforêts, les champs et jachères, les plans d'eau, les agglomérations et sols nus (bâties, carrières, sols nus, routes) sur les différentes images.

La connaissance du secteur d'étude a guidé le choix en faveur de la classification supervisée. Celle-ci consiste à appliquer le même traitement à

chaque pixel, indépendamment des pixels voisins. Sous le logiciel de traitement d'image ENVI 5.1 utilisé, le processus de classification a été opéré à travers la définition de la légende ou le renseignement du ROI (Regions Of Interest) ; la sélection des échantillons de parcelles d'entraînement ; la description, le renseignement des différentes classes. L'algorithme Maximum de Vraisemblance (Maximum Likelihood) qui repose sur la règle de Bayes a été choisi pour la classification des images. C'est une méthode qui calcule la probabilité d'appartenance d'un pixel à une classe donnée plutôt qu'à une autre. Les pixels seront affectés à la classe pour laquelle la probabilité est la plus forte. Cependant, si cette probabilité n'atteint pas le seuil escompté, le pixel est classé "inconnu".

La qualité de la classification obtenue a été évaluée à l'aide des paramètres calculés par la matrice de confusion que sont la précision globale et le coefficient Kappa (Congalton, 1991 ; Girard & Girard, 1999). La matrice de confusion affiche les statistiques de la précision de classification d'une image, notamment le degré de classification erronée parmi les diverses classes. Elle est calculée avec les valeurs exprimées en pixels et en pourcentage.

La dernière étape du traitement des images a abouti à la conception des cartes d'occupation des terres et surtout l'élaboration des statistiques. Elle regroupe les opérations comme la vectorisation, l'intégration des résultats sous SIG et la production des cartes. La vectorisation a consisté à la conversion des images classifiées du mode raster en mode vecteur (polygones) dans le but de faciliter leur gestion dans le logiciel d'analyses SIG. La manipulation SIG est une étape au cours de laquelle, des analyses spatiales sont faites. Dans la présente étude, cette étape nous a permis de calculer les superficies des différentes unités d'occupation des terres et d'en élaborer la cartographie.

Homogénéisation des légendes

Le traitement cartographique des données a consisté à la digitalisation des cartes topographiques de 1958 en format papier et ensuite au traitement des données issues de la classification des images satellitaires. L'exploitation de ces deux types de données pour évaluer l'évolution de l'occupation du sol exige que les légendes soient homogénéisées afin de rendre plus explicite la

compréhension des cartes. Cela permet de compenser les inégalités entre les classes de légende en regroupant certaines (Ozenda, 1986 ; Bamba, 2008). La légende des cartes topographiques fut réduite par fusion de certaines classes, afin d'avoir le même nombre de classes issues de la classification des images satellites (Tableau II).

Tableau II: Correspondance des différentes classes entre les cartes topographiques et les résultats issus de la classification des images satellites

Carte topographique (1958)	Classifications (1986 et 2015)	Classes thématiques retenues
1. Forêts dégradées et autres forêts	1. Forêts (dégradées et galeries forestières)	1. Forêts
2. Savanes boisées	2. Savanes (boisées, arbustives, inondables et autres végétations basses)	2. Savanes
3. Savanes arbustives		
4. Fourrés		
5. Zone inondable		
6. Marécage	3. Plantations et agroforêts	3. Plantations et agroforêts
7. Cultures	4. Champs et jachères	4. Champs et jachères
8. Agglomération	5. Agglomération, sols nus et carrières	5. Agglomération et sols nus
9. Fleuves, lacs et lagunes	6. Plan d'eau	6. Zones Humides

Source : Travaux de laboratoire 2016

Les cartes d'occupation du sol de 1958, 1986 et 2015 ont été produites en ajoutant des éléments comme le nord géographique, la légende et l'échelle ainsi les des couches du réseau routier, les cours d'eau des cartes topographiques de l'IGN France (1958 et 1986).

3.2.2. Traitement statistique des données et mise en évidence des changements

La détection des changements survenus sur toute la période d'étude (de 1958 à 2015) a été faite par la comparaison des résultats issus de la digitalisation des cartes topographiques et de la classification des images satellites. Des matrices de détection des changements issues de la comparaison des surfaces des unités d'occupation du sol entre deux dates furent produites. A cet effet, le taux moyen annuel d'expansion spatiale, la matrice de transition et le taux de conversion ont été déterminés. Les classifications ont été évaluées à l'aide des matrices de confusion (Godard,

2005) établies par comparaison entre les données de terrain et celles issues des classifications des images satellitaires.

Taux moyen annuel d'expansion spatiale

Les changements à l'échelle globale ont été déterminés en ressortant les superficies des différentes unités d'occupation des terres pour chaque période. Les changements ont été déterminés sur les trois (3) périodes que sont : la période 1958-1986, la période 1986-2015 et la période 1958-2015. Une analyse approfondie basée sur l'évaluation des changements intervenus au sein de chaque unité d'occupation prise isolément fut faite à travers le calcul du taux moyen annuel d'expansion spatiale, couramment utilisé dans les études sur le changement d'occupation du sol (Mama & Oloukoi, 2003 ; Oloukoi et al, 2006). Ce taux de changement s'évalue à partir de la formule de Bernier (1992) couramment employée pour mesurer la croissance des agrégats macroéconomiques entre deux périodes données. Cette formule se présente comme suit :

$$Tc = \frac{\ln S_2 - \ln S_1}{(t_2 - t_1) \times \ln e} \times 100$$

Avec S_1 la surface d'une classe d'unité de surface à la date t_1 ; S_2 la superficie de la même classe d'unité de surface à la date t_2 ; \ln le logarithme népérien ; e la base des logarithmes népériens ($e = 2,71828$)

L'analyse des valeurs du taux de changement montre que les valeurs positives indiquent une "progression" et les valeurs négatives, une "régression". Les valeurs proches de zéro indiquent que la classe est relativement "stable".

Matrice de transition

Elle permet de mettre en évidence les différentes formes de conversion subies par les unités d'occupation du sol entre deux dates t_1 et t_2 , et décrire les changements intervenus. Elle décrit de manière condensée, les changements d'état des éléments d'un système pendant une période donnée (Schlaepfer, 2002), dont les cellules contiennent la valeur d'une variable ayant passé d'une classe initiale x à une classe finale y pendant la période

allant de t1 à t2. Dans le cadre de la présente étude, cette matrice est obtenue à partir des valeurs issues de la superposition des cartes d'occupation du sol, dans le logiciel de SIG ArcGIS (grâce à l'algorithme "Intersect polygons" de l'extension Geoprocessing), et traitées dans Excel.

4. Résultats

4.1. Validation des classifications et résultats cartographiques

La digitalisation des cartes topographiques et l'interprétation des images Landsat ont permis d'aboutir aux cartes d'occupation du sol des années 1958, 1986 et 2015 (Figures 3, 4 et 5). La précision globale obtenue est de 99,49 % avec un coefficient de Kappa de 0,99 pour l'image de 1986 alors qu'elle est de 95,51 % pour l'image de 2015 avec un indice de Kappa de 0,93. Ces valeurs signifient que plus de 95 % des pixels des deux images ont été correctement classés conformément aux données de vérité-terrain. De façon globale, les valeurs des différents indicateurs de précision de la classification supervisée obtenues pour les différentes images, traduisent d'une part, de la bonne qualité des échantillons et d'autre part, de la bonne correspondance entre le résultat de la classification et la réalité spatiale contenue dans les images.

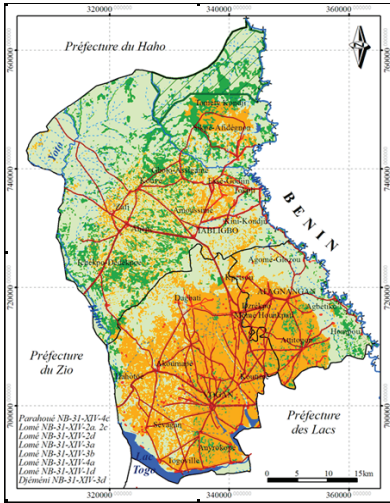


Figure 3 : Occupation du sol en 1958

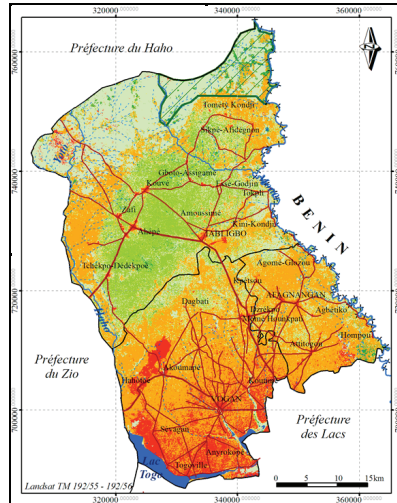


Figure 4 : Occupation du sol en 1986

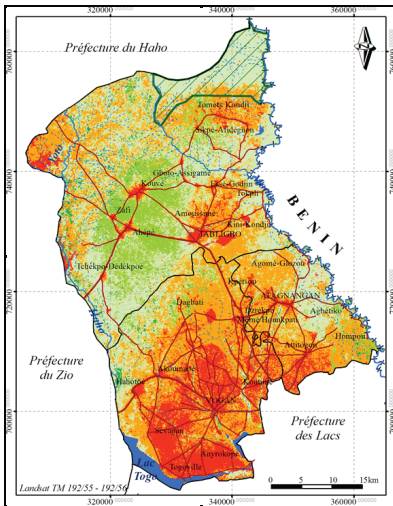
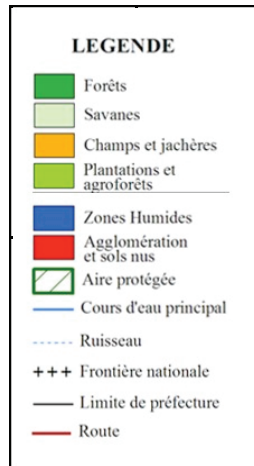


Figure 5 : Occupation du sol en 2015



Source : D'après le traitement des cartes topographiques et des images Landsat

4.2. Analyse de l'évolution de l'occupation du sol

L'évaluation de l'évolution de l'occupation du sol permet de mettre en évidence les changements qui sont intervenus entre les différentes périodes : 1958-1986 ; 1986-2015 et 1958-2015 (figure 6). Aussi le taux moyen annuel d'expansion spatiale, la matrice de transition et le taux de changement ont-ils été calculés sur la base des superficies de ces unités. On constate une grande progression des agglomérations et sols nus au détriment surtout des forêts entre 1958 et 2015.

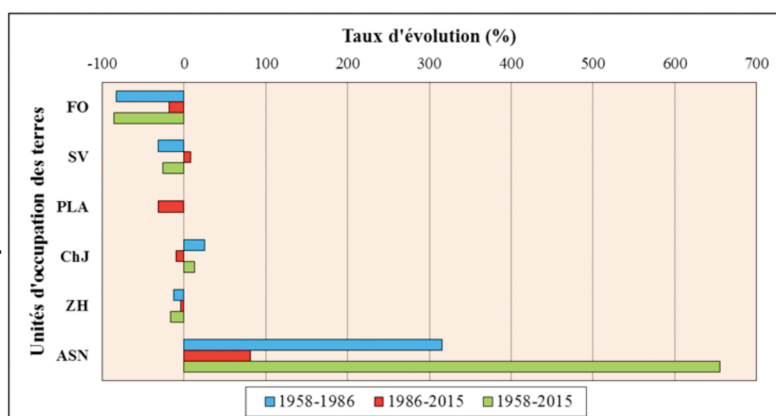


Figure 6 : Synthèse de l'évolution spatiale des classes d'occupation de 1958 à 2015

4.2.1. Superficies et taux moyen d'expansion spatiale

Le tableau III résume les différentes unités d'occupation du sol, leur superficie, leur taux moyen annuel d'expansion spatiale durant les périodes qui séparent les années 1958-1986, 1986-2015 et 1958-2015.

Tableau III : Superficies et taux de variation des classes d'occupation entre 1958, 1986 et 2015

Unités	Superficies						Taux d'évolution					
	1958		1986		2015		1958-1986		1986-2015		1958-2015	
	ha	%	ha	%	ha	%	Tg	Tc	Tg	Tc	Tg	Tc
FO	30843,9	13,2	3845,6	1,6	798,2	0,3	-87,5	-7,4	-79,2	-5,4	-97,4	-6,4
SV	113690,9	48,6	74508,1	31,9	85380,9	36,5	-34,5	-1,5	+14,6	+0,5	-24,9	-0,5
PLA	0	0,0	28645,9	12,2	20411,5	8,7	-	+36,7	-28,8	-1,2	-	17,4
ChJ	81456,5	34,8	108860,9	46,5	89105,1	38,1	33,6	+1,0	-18,2	-0,7	+9,4	0,2
ZH	3788,9	1,6	3455,71	1,5	3374,8	1,4	-8,8	-0,3	-2,3	-0,1	-10,9	-0,2
ASN	4177,6	1,8	14641,8	6,3	34887,4	14,9	250,5	+4,5	+138,3	+2,9	+735,1	3,7
Total	233957,9	100	233957,9	100	233957,9	100						

FO : forêts ; SV : savanes ; PLA : plantations et agroforêts ; ChJ : champs et jachères
 ZH : zones humides ; ASN : agglomérations et sols nus
 Tg : Taux de changement global ; Tc : Taux moyen annuel d'expansion spatial

Source : Travaux de laboratoire 2016

Entre 1958 et 1986

L'analyse des résultats montre que les valeurs positives des taux révèlent une augmentation des superficies, entre les années 1958 et 1986, des classes d'occupations comme les champs-jachères (33,6 %), les agglomérations et sols nus (250,5 %), et l'apparition de la classe des plantations et agroforêts. Les valeurs négatives indiquent que durant cette même période, les superficies des unités d'occupation des terres telles que les forêts, les savanes de même que les zones humides ont régressé respectivement de 87,5 % ; 34,5 % et 8,8 % à raison de 7,4 %, 1,5 % et 0,3 % par an.

Entre 1986 et 2015

Pour la période 1986-2015, le tableau indique des diminutions annuelles de 5,4 %, 1,2 %, 0,7 % et 0,1 % respectivement pour les surfaces forestières, les plantations et agroforêts, les champs et jachères, de même que les zones humides, alors qu'une augmentation moyenne annuelle de 0,5 % et 2,9 % des superficies des formations savaniques et des agglomérations et sols nus est observée. Ce qui a conduit à une diminution des superficies des forêts, des plantations et agroforêts, des champs et jachères ainsi que des

zones humides qui passent respectivement de 1,6 % à 0,3 %, de 12,2 % à 8,7 %, de 46,5 à 38,1 % et de 1,5 à 1,4 %. Au même moment les surfaces savaniques et les agglomérations et sols nus voient leurs superficies s'augmenter respectivement de 31,9 % à 36,5 % et de 6,3 % à 14,9 %.

Entre 1958 et 2015

D'après les résultats, les formations forestières qui occupaient 13,2 % en 1958 sont passées à 0,3 % en 2015, soit une diminution de 97,4 %. Le même constat est fait au niveau des savanes qui sont passées, durant la période 1958-2015, de 113 690,9 ha à 85 380,9 ha ce qui équivaut à une baisse de 24,9 %. Avec un taux annuel de régression estimé à 6,4 % pour les forêts et 0,5 % pour les savanes, la disparition des formations végétales naturelles a probablement entraîné l'augmentation des zones anthropisées. Ainsi, les classes agglomérations et sols nus, de même que champs et jachères passent respectivement de 1,8 % et 34,8 % en 1958 à 14,9 et 38,1 % en 2015. Cette disparition des formations végétales naturelles a également laissé place aux plantations et formations agroforestières qui n'existaient pas en 1958. Les surfaces occupées par celles-ci sont estimées à 8,7 % contre 0 % en 1958. Concernant les zones humides, elles ont diminué pendant la période d'observation de plus de 10 % en passant ainsi de 3 788,87 ha à 3 154,82 ha.

4.2.2. Matrice de transition

Les matrices de transition, révélant les changements des unités d'occupation du sol du territoire Ouatchi entre 1958-1986, 1986-2015 et 1958-2015, sont présentées dans le tableau IV.

• **de 1958 à 1986**, 12,5 des 13,2 % de la superficie du secteur d'étude occupée par les forêts se sont transformées en d'autres unités d'occupation contre seulement 0,7 % demeurés inchangés. Les savanes et les zones agricoles sont les premiers bénéficiaires de cette conversion avec respectivement 4,8 et 4,6 %. Il faut relever que les savanes, malgré l'avantage tiré de la disparition des forêts ont également subi d'importantes transformations. Evaluées à 48,6 % de la superficie totale du secteur d'étude, elles n'ont su garder en 1986 que moins de la moitié (21,3 %) du territoire occupée en 1958. Le reste de ces savanes s'est transformé dans la majorité des cas en champs et jachères (18,9 %). Une autre classe d'occupation des

terres à avoir subi d'importantes transformations est celle qui représente les champs et jachères. Si plus de la moitié des 81 456,53 ha soit 21,9 % de la superficie totale est resté inchangé, une bonne partie a été cependant convertie en agglomération et sols nus (4,1 %) ; de même que les 5,3 % qui ont évolué vers les formations savanicoles.

Tableau IV : Matrices de transition en pourcentage (%), issues de la superposition des cartes d'occupation des terres de 1958, 1986 et 2015

		1986					
1958	FO	SV	PLA	ChJ	ZH	ASN	Total
FO	0,7	4,8	2,8	4,6	0	0,3	13,2
SV	0,8	21,3	6	18,9	0,2	1,4	48,6
PLA	0	0	0	0	0	0	0
ChJ	0	5,3	3,3	21,9	0	4,1	34,8
ZH	0	0,2	0	0,1	1,3	0	1,6
ASN	0	0,2	0,1	1	0	0,4	1,8
Total	1,6	31,9	12,2	46,5	1,5	6,3	100

		2015					
1986	FO	SV	PLA	ChJ	ZH	ASN	Total
FO	0,1	1,1	0,2	0,3	0	0	1,6
SV	0,2	16,5	2,3	11,4	0,1	1,4	31,9
PLA	0	5,8	5,0	1,3	0	0,2	12,2
ChJ	0	12,6	1,3	22,7	0,1	9,8	46,5
ZH	0	0,1	0	0,1	1,3	0,1	1,5
ASN	0	0,5	0	2,4	0	3,4	6,3
Total	0,3	36,5	8,7	38,1	1,4	14,9	100

		2015					
1958	FO	SV	PLA	ChJ	ZH	ASN	Total
FO	0,1	6,7	2,2	3,3	0,0	0,9	13,2
SV	0,2	23,6	4,3	17,2	0,1	3,1	48,6
PLA	0	0	0	0	0	0	0,0
ChJ	0,0	5,8	2,2	16,9	0,0	9,9	34,8
ZH	0,0	0,1	0,0	0,1	1,3	0,0	1,6
ASN	0,0	0,2	0,0	0,6	0,0	0,9	1,8
Total	0,3	36,5	8,7	38,1	1,4	14,9	100

Classe d'occupation/utilisation des terres : FO : forêts ; SV : savanes ; PLA : plantations et agroforêts ; ChJ : champs et jachères ; ZH : zones humides ; ASN : agglomérations et sols nus. Chaque valeur du tableau représente une fraction du paysage convertie, entre deux périodes, de la classe indiquée sur la ligne vers la classe en tête de colonne. Les valeurs en gras dans les cellules coloriées en vert indiquent la stabilité des classes (diagonale) et celles qui sont en dessous de cette diagonale présentent les dynamiques de progression et enfin celles au-dessus les dynamiques de régression.

L'examen de ces matrices de transition révèle que :

• **de 1986 à 2015**, seules 171,55 ha (0,1 %) des formations forestières estimées à 3 845,56 ha (1,6 %) en 1986 sont restées dans cette catégorie en 2015. 3 674,01 ha (1,5 %) ont subi une conversion vers d'autres classes dont 2 583,19 ha (1,1 %) en savanes, 613,80 ha (0,3 %) en champs et jachères, 400,10 ha (0,2 %) en plantations et agroforêts, et 53,09 ha en sols nus et agglomérations. Les formations de savanes ont conservé 38 629,78 ha du total de leur superficie soit 16,5 % du secteur d'étude, alors que 5 324,02 ha (2,3 %) sont transformés en plantations et agroforêts, 26 587,34 ha (11,4 %) en champs et jachères tandis que 3 324,90 ha (1,4 %) en agglomérations et sols nus. Les plantations et agroforêts, les champs et jachères, les zones humides ainsi que les agglomérations et sols nus, ont quant à eux, conservé respectivement 11 599,04 ha (5 %), 53 166,95 ha (22,7 %), 2 937,15 ha (1,3 %) et 7 902,88 ha (3,4 %) de leurs superficies. Toutefois, il est à remarquer une légère évolution des savanes au profit des forêts avec 391,21 ha (0,2 %).

• **de 1958 à 2015**, sur les 13,2 % de la surface du secteur d'étude qu'occupaient les formations forestières en 1958, seuls 0,1 sont restées intactes. 6,7 % sont convertis en savanes ; 2,2 % en plantations et agroforêts, et 3,3 % en champs et jachères. Du côté des savanes, jusqu'à 17,2 % ont été transformées en zones agricoles, 4,3 % en plantations et agroforêts et 3,1 % en agglomérations et sols nus. L'installation des plantations et agroforêts, quant à elle, s'est faite au détriment des forêts (2,2 %), des savanes (4,3 %) et des champs et jachères (2,2 %). Les surfaces forestières de même que les savanes ont reculé de plus de 10 %, pendant que les proportions des milieux anthropisés augmentent. C'est le cas des champs, des jachères, des agglomérations et des sols nus.

5. Discussion

La cartographie à l'aide des données multisources et multitudes a permis d'enrichir la connaissance de l'occupation du sol du territoire Ouatchi et de son évolution. Cette méthode présente l'avantage de renseigner à la fois de manière exhaustive sur l'occupation du sol à une date donnée, mais également de faire ressortir les évolutions. L'approche utilisée dans la présente étude, est basée sur l'utilisation conjointe des images satellites et des

cartes topographiques issues des photographies aériennes. Les résultats obtenus ont été rendu possible par la géomatique, qui permet le traitement croisé des données spatiales multisources telles que les images satellitaires, les photographies aériennes, les cartes topographiques, les enquêtes et les levés de terrain. Mais, si la matrice de confusion a permis de valider les opérations de classification des images Landsat, la fiabilité des mesures des unités de surfaces provenant de la digitalisation des cartes topographiques dépend donc de la qualité du géoréférencement.

Les cartes topographiques ont été réalisées d'après la couverture aérienne des années 1950 tandis que les images satellites utilisées ont été prises entre 1986 et 2015. En effet, l'année 1958 permet d'avoir une idée globale des types d'occupation du sol à une date reculée, tandis que 2015 reflète l'état actuel de l'occupation des terres avec plus de précision. Tous les détails du paysage que renferment les images satellites se trouvant sur les cartes topographiques, il a été procédé à une généralisation qui, selon Atta & Amouzouvi (1987), consiste au choix des détails à représenter, la simplification de leur représentation et leur harmonisation.

L'approche diachronique et multisource et de suivi de l'occupation du sol basée sur le croisement des données des cartes topographiques et celles des images satellites soulève quelques inquiétudes (Hoarau et al., 2013). Cependant, cette approche a déjà fait l'objet de plusieurs applications et dont les résultats ont permis l'évaluation de l'évolution de divers types de paysages (Omrane, 1999 ; Gautam et al., 2002 ; Johnson, 2003 ; Dewan & Yamaguchi, 2009 ; Panwar et al., 2011 ; Bansal et al., 2012 ; Mani, 2012 ; Yuvaraj et al., 2014 ; Abdallah & Souilmi, 2015 ; Jahan et al., 2015) .

6. Conclusion

Au terme de cette étude, il est à noter que l'exploitation des cartes topographiques et le traitement des images ont permis, dans un premier temps d'obtenir les cartes d'occupation et d'utilisation du sol des années 1958, 1986 et 2015, et ensuite d'analyser l'évolution du paysage entre ces années. L'étude de la dynamique de l'occupation du sol a montré que le paysage est en mutation dans le territoire Ouatchi. L'augmentation de la population a fortement perturbé la configuration spatiale du milieu naturel.

Au développement agricole et aux différentes formes de pression s'ajoutent les activités d'exploitation minières qui s'opèrent dans le secteur. Les résultats cartographiques ont indiqué des taux de régression des formations naturelles (forêts et savanes) estimés respectivement à 0,96 % entre 1958-1986 et à 7,20 % entre 1986 et 2015. Cette diminution des formations naturelles a été faite au profit des milieux anthropiques qui ne cessent de conquérir de nouveaux espaces naturels.

Face aux défis environnementaux imposés par les pressions humaines, il est nécessaire de surveiller les ressources naturelles disponibles en vue de leur gestion rationnelle et durable. Dans ce contexte, le suivi de l'évolution du milieu à travers des analyses diachroniques basées sur l'utilisation des données multisources et multitudes permettent de saisir l'ensemble des changements environnementaux.

7. Références bibliographiques

- Abdallah, H. & Souilmi, H.**, «Analyse des changements d'occupation du sol et des transformations socio-économiques au cours du XX^{ème} siècle dans les marges arides du Tell oriental (Dorsale centrale, environs d'Es Srassif, Tunisie)», *Physio-Géo*, 9, 1, 2015, pp. 81-109.
- Aklamanou, K.S.**, 1998, *Pression démographique et dégradation de l'environnement rural : cas de Vo-Koutimé*. Mémoire de maîtrise en Géographie Rurale. UB, Lomé, 88 pages.
- Bamba, I et alii**, «Influence des actions anthropiques sur la dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol dans la province du Congo central (R.D. Congo)», *Sciences & Nature*, 5, 2008, pp. 49-60.
- Bansal, A., et alii**, «Change Detection in Land use / Land cover in Sewan Watershed Using Remote Sensing and GIS Technique», *Int. Journal of Advances in Remote Sensing and GIS*, 1,2, 2012, pp. 208-217.
- Bernier, B.**, 1992, *Introduction à la macroéconomie*. Dunod, Paris, 217pages.

- Brabant P., et alii**, 1996, *Togo. État de dégradation des terres résultant des activités humaines. Notice explicative de la carte des indices de dégradation*. Coll. Notice explicative. 112. ORSTOM, Paris, 57 pages + Carte 1/500 000.
- Braimoh, A. K. & Vlek P. L. G.**, «Land-cover change trajectories in northern Ghana», *Environmental Management*, 36, 2005, pp. 356-73.
- Bris, E.**, 1977, *Surcharge démographique et évolution agraire dans le Sud-est du Togo*, Lomé, 1991, ORSTOM.
- Caloz, R., et alii**, «Création d'une ortho-image à l'aide d'un modèle numérique d'altitude : influence des modes de rééchantillonnage radiométrique». In télédétection et cartographie. Ed. aupelf-uref. *Les Presses de l'université du Québec*, 1993, pp. 17-30.
- Chatelain, C.**, 1996, *Possibilités d'application de l'imagerie satellitaire à haute résolution pour l'étude des transformations de la végétation en Côte d'Ivoire forestière*. Thèse de doctorat, Université de Genève, Genève, 158 p.
- Congalton, G. R.**, «A Review of Assessing the Accuracy of Classifications of Remotely Sensed Data», *Remote Sensing of Environment*, 46, 1991, pp. 35-37.
- Dewan, A. M. & Yamaguchi Y.**, «Using remote sensing and GIS to detect and monitor land use and land cover change in Dhaka Metropolitan of Bangladesh during 1960–2005», *Environ Monit Assess*, 150, 2009, pp. 237-249.
- Donnay, J-P.**, «Les spartiocartes en composition colorée», *Bulletin de la Société Géographique de Liège*, Belgique, 2000, pp. 43-61.
- Franklin, S. E. et alii**, «Change detection and landscape structure mapping using remote sensing», *The Forestry Chronicle*, 78, 2002, pp. 618-625.
- Gautam, A. P., et alii**, «GIS Assessment of Land Use/Land Cover Changes Associated With Community Forestry Implementation in the Middle Hills of Nepal. *Mountain Research and Development*, 22,1, 2002, pp. 63-69.

- Girard, M. C. & Girard, C. M.**, 1999, *Traitement des données de télédétection*. Dunod, Paris, 529 pages.
- Godard, V.**, «Typologie des paysages forestiers du sud du massif de Fontainebleau après la tempête de décembre 1999. Evaluation des dégâts forestiers à l'aide d'un semis de points et d'images satellitaire optique», *Revue Internationale de Géomatique*, 15, 3, 2005, pp. 281-302.
- Griffith, J. A.**, et alii, «Detecting trends in landscape pattern metrics over a 20-year period using a sampling-based monitoring programme», *International Journal of Remote Sensing*, 24, 2003, pp. 175-81
- Hoarau, C.** et alii, «Entre cartes topographiques et orthoimages mélanger, combiner, fusionner ou emmêler ces géo-visualisations ? » CFC, N°217, 2013, pp. 87-99.
- INSEED**, 2010, *Résultat du Quatrième Recensement Général de la Population et de l'Habitat*.
- Jahan, S.**, et alii, «An assessment of land use-land cover change using geoinformatics in Sonai-Rupai wildlife sanctuary, Assam, India». *J. Environ. Res. Develop.* 9,4, 2015, pp. 1257-1263.
- Jobin, B.** et alii, 2007, *Changements de l'occupation du sol dans le sud du Québec pour la période 1993-2001*. Série de rapports techniques n° 483, Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec, Sainte-Foy, Québec. 128 pages.
- Johnson, D. B.**, 2003, *Un Exemple d'approche multisource de l'étude de l'occupation du sol pour l'analyse de la dynamique spatiale sur la bande littorale du Togo*. 2nd FIG Regional Conference (Marrakech), 16 pages.
- Kokou, K., K. A., and K. H.** 2005, Les forêts sacrées de l'aire Ouatchi au sud-est du Togo et les contraintes actuelles des modes de gestion locale des ressources forestières VertigO – *La revue en sciences de l'environnement*, 6 (3).
- Kouassi, K. J-L.**, 2014, *Suivi de la dynamique de l'occupation du sol à l'aide de l'imagerie satellitaire et des systèmes d'informations géographiques : cas de la Direction régionale des eaux et forêts de Yamoussoukro (Côte d'Ivoire)*. Mémoire pour l'obtention du Diplôme

d'Agronomie Approfondie, Institut National Polytechnique Felix Houphouët Boigny. 52 pages.

Koumoï, Z. et alii, «Dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol dans le Centre-Togo», *Revue de Géographie Ahoho*, n°10, 7e année, 2013, pp. 163-172.

Lakoussan, K., 1997, *L'environnement des sites d'extraction des phosphates à Hahotoé et quelques approches de réhabilitation du milieu*. Mémoire de Maîtrise de Géographie physique. FLESH, Univ. Bénin, 88 pages.

Le Bris, E., «Une politique de développement rural dans le Sud-est du Togo : l'opération Régénération des terres de barre», *Cahier de l'ORSTOM, série Sc. Hum* Vol XIV, n°2, Paris, 1977, 107 pages.

Leboeuf, A., & Paquet A., 2013, *Guide d'interprétation des mosaïques d'images satellitaires Landsat. Secteur des Forêts*, Ministère des Ressources naturelles, Quebec. 22 pages.

Liu, J. et alii, «Spatial and temporal patterns of China's crop land during 1990-2000: an analysis based on Landsat TM data», *Remote Sensing of Environment*, 98, 2005, pp. 442-56.

Lu, D. et alii, «Change detection, technic», *International Journal of Remote Sensing*, 25, 12, 2004, pp. 2365-2407.

Mama, V. J. & Oloukoi, J., «Évaluation de la précision des traitements analogiques des images satellitaires dans l'étude de la dynamique de l'occupation du sol», *Téledétection*, 3, 5, 2003, pp. 429-441.

Mani, K. «Land use and land cover changes detection using multi temporal satellite data Devikulam Taluk, Idukki district», *International Journal of Geomatics and Geosciences*, 3,1, 2012, pp. 1420-1429.

Mas, J-F., «Une revue des méthodes et des techniques de télédétection du changement», *Journal canadien de télédétection*, 26, 4, 2000, pp. 349-362.

Mas, J-F., 1998, *Suivi et analyse de la déforestation par télédétection multi-date et l'utilisation d'un système d'information géographique : Cas du sud-est du Mexique*. Thèse de doctorat, Mexique, 210 pages.

- Ministère de l'Environnement et des Ressources Forestières, 1996, *Premier rapport national sur la diversité biologique*. Version provisoire, Lomé Togo, 69 pages.
- Ministère de l'Environnement et des Ressources Forestières, 2009, *Quatrième rapport national de la Convention des Nations Unies sur la Diversité Biologique*, UNDP/GEF, 73 pages.
- Ministère de l'Environnement et des Ressources Forestières, 2014, *Stratégie et Plan d'Action National pour la Biodiversité du Togo : SPANB 2010-2020*. Rapport provisoire, 113 pages + Annexes.
- N'Guessan, K. E.** et alii, «Pression anthropique sur une réserve forestière en Côte d'Ivoire : Apport de la télédétection», *Revue Télédétection*, 5, 4, 2006, pp. 307-323.
- Ogounde, D. L.**, «Dégradation de l'environnement naturel et chute de la productivité des sols dans le sud-est togolais», *Actes des Premières Journées Géographiques du Togo "Environnement et développement en Afrique*, Lomé, 10-13 Février 1998, Revue de Géographie, Presses de l'UB : 1998, pp. 258-280.
- Oloukoi, J.** et alii, «Modélisation de la dynamique de l'occupation des terres dans le département des collines au Bénin». *Télédétection*, 6, 4, 2006, pp. 305-323.
- Omrane, M. N.**, «Les cartes topographiques et la numérisation de la dynamique spatiale de la végétation permanente dans le bassin versant du barrage Lebna : Cap bon. In : La Tunisie du Nord : espace de relations», *Actes de colloque (La Manouba)*, Édit. Faculté des Lettres, des Arts et des Humanités de La Manouba (Tunisie), 1999, pp. 355-395.
- Oszwald, J.**, 2005, *Dynamique des formations agroforestières en Côte d'Ivoire (des années 1980 aux années 2000) : Suivi par télédétection et développement d'une approche cartographique*. Thèse de doctorat, Université des Sciences et Technologies de Lille, Lille, France. 304 p.
- Ozenda, P.**, 1986, *La cartographie écologique et ses applications*. Masson, Paris, France.

- Panwar, S. et alii**, «Time sequential surface change analysis of TalcherAngul region of Orissa using Remote Sensing and GIS», *International Journal of Geomatics and Geosciences*, 1,4, 2011, pp. 828-838.
- Ramankutty, N. & Foley, J. A.**, «Estimating Historical Changes in Global Land Cover: Croplands from 1700 to 1992», *Global Biogeochem. Cycles*, 13, 4, 1999, pp. 997-1027.
- Schlaepfer, R.**, 2002, Analyse de la dynamique du paysage. Fiche d'enseignement 4.2, Laboratoire de Gestion des Ecosystèmes, Ecole Polytechnique de Lausanne, Suisse, 10 pages.
- Shlien, S.**, «Geometric correction, registration and resampling of Landsat imagery», *Canadian journal of remote sensing*, 1997, pp. 55-59.
- Soro, G. et alii**, «Apport de la télédétection à la cartographie de l'évolution spatio-temporelle de la dynamique de l'occupation du sol dans la région des Lacs (Centre de la Côte d'Ivoire)», *Afrique SCIENCE*, 10, 3, 2014, pp. 146-160.
- Takou, P. et alii**, «Apports de la télédétection et des systèmes d'information géographique dans l'étude de la dynamique des paysages végétaux de l'ouest de la Région des Plateaux au Togo », *Rev. Sc. Env*, 009, 2012, pp. 29-48.
- Tidjani, A. et alii**, «Apports de la télédétection dans l'étude de la dynamique environnementale de la région de Tchago (nord-ouest de Gouré, Niger)», *Geo-Eco-Trop.*, 33, 2009, pp. 69-80.
- Wiederkehr, E.**, 2013, Apports de la géomatique pour une caractérisation physique multi-échelle des réseaux hydrographiques : Élaboration d'indicateurs appliqués au bassin du Rhône. Thèse de doctorat, Université de Lyon, Lyon, France. 287 pages.
- Yuvaraj, E., & Saravanan, Dharanirajan K.**, «Assessment of land use and land cover changes in south Andaman Island using remote sensing and GIS», *International Journal of Geomatics and Geosciences*, 5,1, 2014, pp. 171-181.