

DYNAMIQUE DU COUVERT FORESTIER DANS LA PARTIE MÉRIDIIONALE DES MONTS TOGO, AFRIQUE DE L'OUEST

**Atsu K. Dogbeda HLOVOR^{1*}, Kossi ADJONOU¹,
Fifonsi Ayélé DANGBO¹, Komla Elikplim ABOTSI¹,
Bareremna AFELU² et Kouami KOKOU¹**

*¹ Université de Lomé, Faculté Des Sciences, Département de Botanique,
Laboratoire de Recherche Forestière, Togo*

*² Direction de l'Environnement et des Ressources Forestières,
Programme d'Appui à la Lutte contre le Changement Climatique, Togo*

(reçu le 01 Mai 2021 ; accepté le 29 Juin 2021)

* Correspondance, e-mail : patrickhlovor@gmail.com

RÉSUMÉ

Cette étude basée sur l'analyse des données satellitaires multidates est réalisée en vue d'évaluer la dynamique du couvert forestier dans la préfecture de Wawa fortement marquée par des immigrations de populations à la recherche de terres agricoles. L'objectif de cette étude est d'analyser la dynamique de l'occupation du sol dans la préfecture de Wawa. Pour ce faire, des images Landsat de février 1987 à mars 2019 ont été utilisées. Les résultats obtenus, ont permis d'identifier et de caractériser l'évolution spatio-temporelle de l'occupation du sol dans la préfecture de Wawa sur une période de 28 ans (1991 à 2019). Ils révèlent que les cultures et jachères ont augmenté de 17% en défaveur des terres forestières (-5 %) et des savanes (-11 %). En termes de dynamique forestière, trois tendances se dégagent entre 1987 et 2019. Couvrant initialement environ 62,74 % de la zone, les surfaces forestières ont connu une diminution de 3,88 % entre 1991 et 2010. Il y'a eu par la suite un petit regain d'environ 1,5 % entre 2010 et 2013 avant une nouvelle baisse de près de 2 % pour atteindre 58,05 % en 2019. Cette étude montre que les écosystèmes forestiers de la préfecture de Wawa sont marqués par une anthropisation croissante qui peut être associée aux migrations et à la colonisation agricole des terres.

Mots-clés : *occupation du sol, dynamique forestière, évolution spatio-temporelle, écosystème forestier, Landsat, Préfecture de Wawa.*

ABSTRACT**Dynamics of forest cover in the southern part of the Togo mountains, West Africa**

The purpose of this study, which is based on the analysis of multivariate satellite data, is to examine the dynamics of forest cover in Wawa Prefecture, which is heavily influenced by population migration in pursuit of agricultural land. The objective of this study is to analyze the dynamics of land use in Wawa Prefecture. Landsat images from February 1987 through March 2019 were used to do this. The findings allowed researchers to detect and characterize the spatiotemporal evolution of land use in the Wawa prefecture during a 28-year period (1991 to 2019). Crops and fallows have increased by 17 %, while forest lands (-5 %) and savannas have decreased (-11 percent). Between 1987 and 2019, three distinct trends in forest dynamics develop. Between 1991 and 2010, forest lands decreased by 3.88 %, from 62.74 % to 62.74 %. Between 2010 and 2013, there was a minor gain of roughly 1.5 percent, followed by an almost 2-% point dip to 58.05 % in 2019. The forest ecosystems of the Wawa prefecture are defined by anthropization growth, which could be linked to migration and agricultural colonization of land, according to this study.

Keywords : *Land use, forest dynamics, spatio-temporal evolution, forest ecosystem, Landsat, Wawa Prefecture.*

I - INTRODUCTION

La dégradation des écosystèmes évolue au gré des conditions bioclimatiques et de l'action anthropique [1]. Les changements peuvent être temporaires ou permanents, affectant la biodiversité, les stocks de carbone, les cycles hydrologiques et biogéochimiques, les sols et d'autres services environnementaux. Les conséquences qui en découlent prennent de l'ampleur au fil des années et sont maintenant reconnus comme des problèmes de niveau mondial [2]. Cette dégradation est d'autant plus inquiétante qu'elle ne laisse indifférents ni les acteurs de développement ni les chercheurs [3]. En effet, la dynamique régressive du couvert végétal engendrée par l'agriculture extensive prend aujourd'hui des proportions croissantes dans les paysages africains [4]. Les ressources naturelles subissent des pressions anthropiques croissantes qui entraînent des dysfonctionnements des écosystèmes terrestres et des pertes de biodiversité. Aggravés par les modes et systèmes inappropriés d'exploitation des ressources disponibles en Afrique, ces changements ont des répercussions directes sur l'occupation du sol et sur la

configuration du paysage [5]. Les processus naturels de succession des végétations sont alors perturbés par l'activité anthropique à travers l'exploitation du bois d'œuvre et les diverses techniques culturales, principalement l'agriculture itinérante [6, 7]. Au Togo, la dégradation des écosystèmes naturels évolue à un rythme assez inquiétant. Les analyses par télédétection faites dans le cadre de l'IFN ont montré qu'environ 134 832 hectares soit 10 % de la couverture forestière ont été perdus entre les années 1990 et 2015. Les principaux facteurs de cette dégradation sont l'agriculture sur brûlis, l'extension des pâturages, la production de charbon de bois, l'exploitation forestière et les activités minières. Les conséquences néfastes qui en découlent sont essentiellement de la perte de la biodiversité, la dégradation des sols, la perte des moyens de subsistance des populations et émissions de GES [8, 9]. En dépit du fait que tout le territoire togolais soit touché par les effets néfastes de ce phénomène, certaines préfectures en plus souffrent. En effet, les zones les plus touchées sont entre autres la zone de Dapaong, les monts Kabyè, la plaine du Mono (Est-Mono et Moyen-Mono), le Wawa, le Danyi et le Vo. La préfecture de Wawa est confrontée depuis quelques années à la dégradation croissante de ces écosystèmes forestiers, engendrant des conséquences néfastes pour la population. En effet, les activités anthropiques se sont intensifiées dans la préfecture suite à une très forte migration vers cette zone.

Cela a engendré une perte importante de la couverture végétale conduisant à une dégradation rapide des terres exploitées et une perte importante de la biodiversité. Cette dégradation contribue non seulement à l'appauvrissement des écosystèmes, mais aussi met en danger la qualité de vie, voire même la survie des populations vulnérables qui dépendent pour la plupart des services écosystémiques. Pour une bonne gestion de ces écosystèmes, il faudrait s'interroger sur la traduction spatiale de cette dégradation écosystémique. Quelle est son ampleur à ce jour ? il convient d'analyser en se servant de la télédétection, la dynamique de l'occupation du sol et l'évolution des espaces forestiers afin de caractériser la variation du couvert végétal dans la préfecture. En effet, aujourd'hui, les changements intervenus dans l'occupation des terres sont étudiés à partir des observations directes en se servant des techniques de la télédétection et des systèmes d'information géographique (SIG) (Lambin et al., 1999). Le développement des techniques de la télédétection et du SIG permet une approche de plus en plus précise sur la dynamique de l'occupation du sol [10, 11]. Cette étude a pour objectif général de contribuer à améliorer les connaissances sur la dynamique forestière au Togo en vue de mieux orienter les stratégies et politiques de gestion forestière du pays. De manière spécifique, il est question d'analyser la dynamique de l'occupation du sol dans la préfecture de Wawa.

II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

II-1. Zone d'étude

La préfecture de Wawa est située dans la région des plateaux précisément dans la zone écologique 4 au Togo. Elle a une superficie de 2474 km² et est délimitée au Nord par la préfecture d'Akébou, au Sud par la préfecture de Danyi, à l'Est par la préfecture d'Amou et à l'Ouest par le Ghana (*Figure 1*). La préfecture de Wawa située à 559 mètres d'altitudes plus ou moins accidentée, est marquée sur le plan physique par une opposition nette entre l'Ouest montagneux et le Nord-Est dominé par de vastes plaines qui couvrent près de 1/3 de la superficie de la préfecture. Les sols de la zone sont en général de types ferrallitiques. Le principal sommet est le mont Akposso qui culmine à 915 mètres sur la chaîne de l'Atakora. La préfecture a un climat tropical de type guinéen se traduisant par des précipitations annuelles entre 1500 et 2000 mm et une température entre 22°C et 27°C. La végétation varie de la forêt de montagne dans la zone de l'Ouest à une savane arborée à l'Est. L'agriculture constitue la principale source de revenu des populations rurales de la préfecture estimée à 100974 habitants d'après le 4^{ème} Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) réalisé en 2010. Les principales cultures vivrières sont les céréales (riz, maïs, fonio); les tubercules (igname, manioc, taro); les légumières (haricot, soja, voandzou. Le café et le cacao constituent les principales cultures de rente de la préfecture.

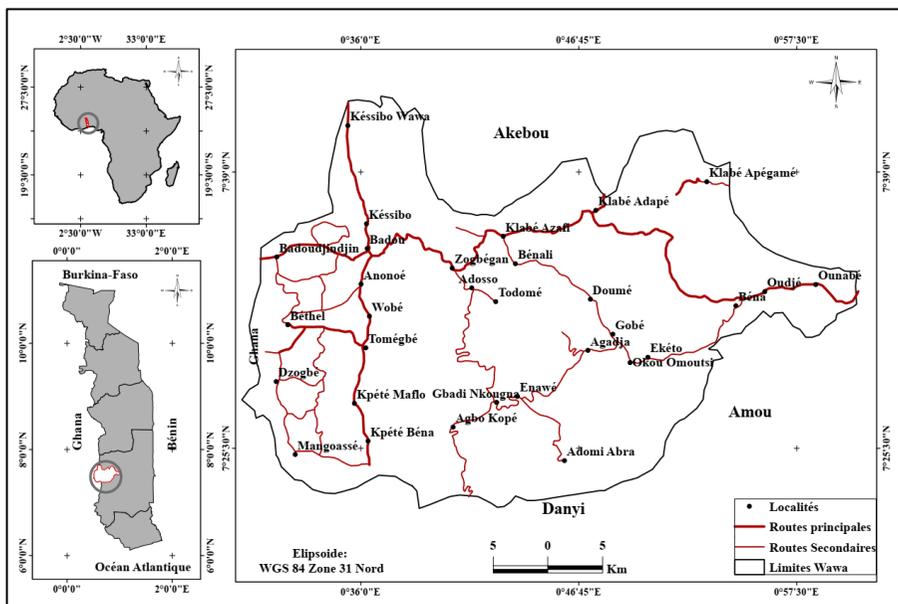


Figure 1 : Situation géographique de la préfecture de Wawa

II-2. Méthodologie

II-2-1. Image de la mission Landsat Level 2

Les données Landsat de résolution spatiale et spectrale complète (résolution 30 x 30 m) de la fin de la période sèches (Jan – Fév) et avec une couverture nuageuse inférieure à 10 % ont été téléchargées à partir du portail du « Center for Earth Resources Observation and Science (EROS) of U.S. Geological Survey (USGS) » (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). Les produits de Level-2 (Surface reflectance), des satellites Landsat 4 et 5 (1987 et 1991) et Landsat 8 L1T (pour 2015, 2017, 2018 et 2019) ont été choisis pour obtenir des données géométriques et radiométriques corrigées (**Tableau 1**). En effet, selon [12], ces données ont des qualités radiométriques et géométriques satisfaisantes pour effectuer des analyses de changement d'affectation des terres et en particulier l'analyse historique de l'évolution du couvert forestier. Les images Landsat 7 ETM (pour 2000, 2003, 2007, 2008, 2009, 2010, 2012, 2013) ont également été utilisées dans la base de données (**Tableau 1**).

Tableau 1 : Base de données d'images Landsat utilisée pour l'analyse historique de la déforestation entre 1987 et 2019, période de janvier à février

Année	Date acquisition	Capteur
2019	16/02/2019	Landsat 8 / OLI
2018	12/01/2018	Landsat 8 / OLI
2017	25/01/2017	Landsat 8 / OLI
2015	04/01/2015	Landsat 8 / OLI
2013	23/02/2013	Landsat 7 / ETM+ (SLC-off)
2012	04/01/2012	Landsat 7 / ETM+ (SLC-off)
2010	30/01/2010	Landsat 7 / ETM+ (SLC-off)
2009	27/01/2009	Landsat 7 / ETM+ (SLC-off)
2008	25/01/2008	Landsat 7 / ETM+ (SLC-off)
2007	22/01/2007	Landsat 7 / ETM+ (SLC-off)
2003	27/01/2003	Landsat 7 / ETM+
2000	04/02/2000	Landsat 7 / ETM+
1991	10/01/1991	Landsat 4 / TM
1987	23/01/1987	Landsat 5 Thematic Mapper (TM)

II-2-2. Outils d'analyse

- *Mask de découpage de la région étudiée*

Le fichier de forme de la zone d'étude a été utilisé pour découper l'image

- *Carte topographique de la zone*

La feuille topographique de la zone au 1/200 000 de 1980 produite par

l'Institut Géographique National de France a permis de digitaliser les limites administratives, le réseau hydrographique ainsi que les voies de communication.

- *Sites (entraînement et de vérification) récoltés sur le terrain*

Les coordonnées géographiques de 120 points ont été recueillis sur les terrain pur servir de site d'entraînement et de validation de la classification.

II-2-3. Analyse de la dynamique de l'occupation de sol de la préfecture de Wawa

La méthode s'appuie sur l'utilisation de techniques d'analyse visuelle (photo-interprétation) et numérique d'images par télédétection. A partir de la carte topographique au 1/200 000^e de la zone, géoréférencée par rapport au système de projection UTM Zone 31 N-WGS 84, une extraction de la zone d'étude par numérisation du contour est réalisée. Le fichier vecteur obtenu est utilisé pour extraire la zone d'étude sur les images satellites Landsat (1991, 2000, 2010 et 2019) prétraitées géométriquement et radiométriquement. Avec les 2/3 (80 sites) des données recueillies au préalable sur le terrain correspondant aux sites d'apprentissage et de validation, la technique de classification supervisée des images sur la base de l'algorithme du maximum de vraisemblance [13] a été réalisée. L'évaluation de la qualité des classifications s'est faite par le calcul de la matrice de confusion et l'indice Kappa K à base des 1/3 des sites restant (40 sites). Les vérifications de la classification ont été faites à partir d'une prospection sur le terrain. Les statistiques d'occupation ont été extraites. L'édition cartographique a été ensuite faite dans un logiciel SIG. Les différentes classes occupations retenues sont :

- **forêt**

Elle comprend les galeries forestières, les agroforêts à café et cacao, les plantations forestières.

- **savanes**

Cette classe est constituée essentiellement de la savane arbustive et arborée. Elle est généralement caractérisée par une abondance d'espèce tel que *Mimosa sp*, *Chromoleana odorata*, de quelques arbres et arbustes disséminés.

- **cultures et jachères**

Cette classe regroupe des cultures vivrières comme celle de maïs, soja. Les jachères sont composées quant à elles des espaces cultivées des années précédentes et laissées au repos pour quelques années.

- **sols nus et bâtis**

Il s'agit des terres sans végétation ou à faible couverture végétale. Elles regroupent les sols nus, les affleurements rocheux, les routes, les

constructions, les infrastructures. Pour analyser de manière plus spécifique la tendance de l'évolution de la couverture forestière, la méthode de classification développée par [14]. Les images Landsat ont été retenues pour l'analyse des données pour plusieurs raisons : a) disponibilité de plusieurs images jusqu'à 1987 (série de 14 images sans nuages), b) gratuité des images disponibles, c) bonne résolution spectrale (B, G, R, NIR, SWIR1 et SWIR2), et d) la résolution spatiale (30 m) est suffisante pour distinguer les classes forêt / non-forêt et limite ainsi la quantité des données à traiter. Aussi, plusieurs auteurs à l'instar de [12], ont montré que les images Landsat disposent des qualités radiométriques et géométriques satisfaisantes pour effectuer des analyses de changement d'occupation du sol et notamment l'analyse historique de la déforestation. La dynamique forestière est ensuite obtenue après détection des changements réalisée entre 1987 et 2019.

III - RÉSULTATS

- *Occupation du sol dans la préfecture de Wawa*

La préfecture de Wawa est occupée par des forêts (formation végétale dense, les agroforêts, les plantations), la savane, les cultures et jachère, les sols nus et bâtis (**Figure 2**). Les résultats de l'évaluation de l'exactitude au niveau des pixels sont présentés dans la matrice de confusion (**Tableau 2**). Les valeurs de la précision globale se situent entre 88 % et 95 %. La classification peut être jugée assez bonne pour une analyse de la dynamique de l'occupation du sol.

Tableau 2 : *Matrice de confusion des classifications des images 1991, 2000, 2010 et 2019 de la préfecture de Wawa*

Année	Coefficient de Kappa	Précision globale
1991	0,93	95,62 %
2000	0,92	94,34
2010	0,91	93,45 %
2019	0,83	88,19 %

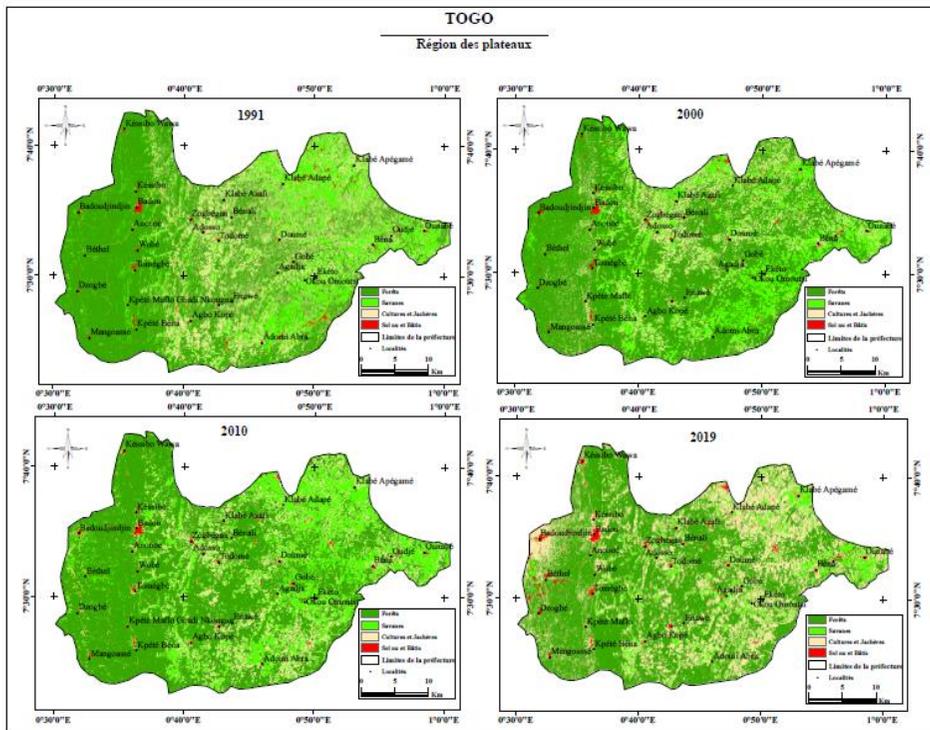


Figure 2 : Occupation du sol de la préfecture de Wawa en 1991, 2000, 2010, 2019

D'une manière générale, les résultats montrent que, les formations végétales denses (forêts) occupent une grande proportion de la superficie totale de la préfecture de Wawa, aussi bien en 1991, 2000, 2010 qu'en 2019 (**Tableau 3**). Sur cette période, elles ont connu de manière générale une baisse de 5 %, passant de 62 % en 1991 à 61 % en 2000 et 58 % en 2019. Les savanes, autour de 19 % en 1991 ont connu d'abord une progression de 5 % en 2010 et après une nette diminution (15 %) passant de 22 % à 7 %. Les cultures et jachères ont connu une évolution contraire de celle de la savane et de la forêt. En effet, la superficie des cultures et jachères de 22433 hectares correspondant à 18 % de la superficie globale de la préfecture en 1991 ont connu une légère diminution (2 %) en 2000 avant de connaître une augmentation significative (17 %) entre 2010 et 2019. Les sols nus et bâtis représentant la plus petite classe d'occupation de la préfecture ont aussi connu une évolution parallèle à celle des cultures et jachère. Cette classe a connu une petite diminution de 1991 à 2000 avant une augmentation jusqu'en 2019.

Tableau 3 : *Superficies des occupations du sol en 1991, 2000, 2010 et en 2019 dans la préfecture de Wawa*

Classes d'occupation du sol	1991		2000		2010		2019	
	Superficie (ha)	Proportion (%)	Superficie (ha)	Proportion (%)	Superficie (ha)	Proportion (%)	Superficie (ha)	Proportion (%)
Sols nus et Bâtis	1286,46	1,03	969,66	0,78	1149,39	0,92	1786,59	1,43
Cultures et Jachères	23678,18	19,02	19382,4	16,68	21785,92	17,50	40870,08	32,82
Forêts	77271,56	62,07	77815,26	61,50	73611,52	59,13	72828,45	58,52
Savanes	22258,99	17,88	26144,46	21,04	27999,81	22,45	9006,39	7,23
Total	124491,5	100,00	124311,7	100,00	124671,2	100,00	124491,5	100,00

- ***Tendances d'évolution de la couverture forestière***

Après validation sur le terrain des résultats du traitement d'image, le taux de conformité est de 93 % ce qui montre le niveau de précision assez élevé de la classification. L'analyse des résultats révèle de manière globale une diminution de la couverture forestière entre 1987 et 2019 (**Tableau 4**).

Tableau 4 : *Superficies des forêts de 1987 en 2019 dans la préfecture de Wawa*

Année	Forêt (ha)	Pourcentage (%)
1987	78104,7	62,74
1991	76347,63	61,33
2000	74849,06	60,12
2003	74042,91	59,48
2007	73211,94	58,81
2008	72983,75	58,63
2009	73041,92	58,67
2010	73272,19	58,86
2012	73592,81	59,11
2013	74849,06	60,12
2015	74023,2	59,46
2017	74040,39	59,47
2018	73995,37	59,44
2019	72269,64	58,05

L'analyse des résultats révèle trois tendances d'évolution. Il s'agit d'une diminution entre 1987 jusqu'en 2012 sensiblement égale à 3 % ; une petite augmentation entre 2012 et 2013 passant de 59,11 % de la surface générale à 60,12 % et une nouvelle diminution de près de 2 % entre 2013 et 2019. La carte (**Figure 3**) traduit la dynamique spatiale de l'occupation du sol dans la

préfecture. En effet, le canton de Badou, Klabè Efoukpa et Gobe/Eketo/Gbadi N’kougna concentre la majorité des surfaces où il y a eu diminution de la couverture forestière. Dans l’autre sens, les zones où la dynamique est positive sont celles du canton de Okou et Ounabè.

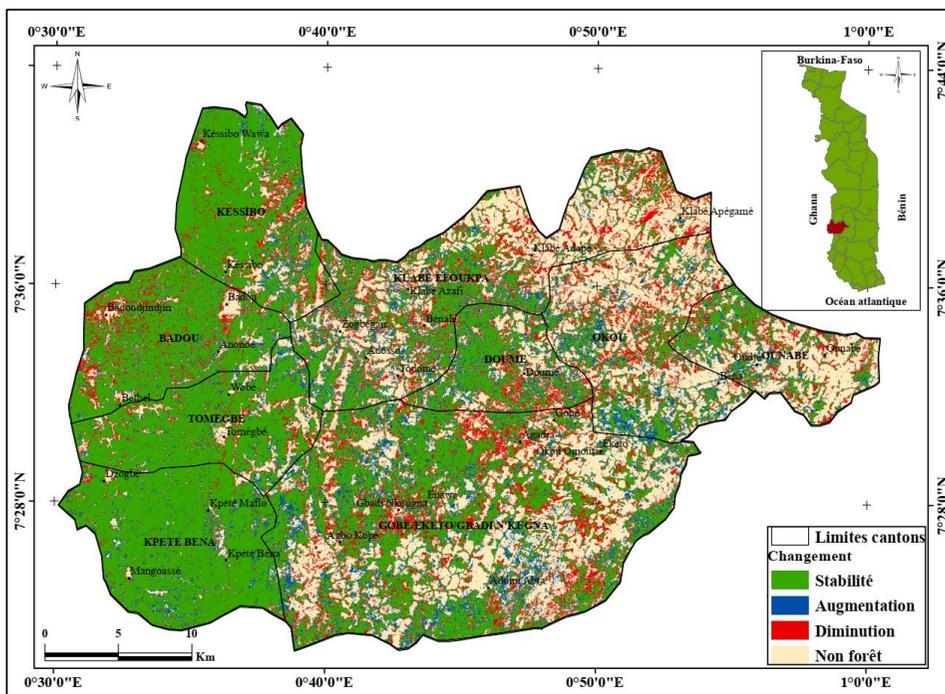


Figure 3 : Dynamique de l'évolution de la surface des forêts de 1987 en 2019 dans la préfecture de Wawa

Statistiquement, 16803 hectares de forêt ont subi une évolution régressive (déforestation) contre un peu plus de 12297 hectares pour le changement inverse (**Tableau 5**). Il faut préciser que la majorité des surfaces forestières n'ont pas connu de changement.

Tableau 5 : Dynamique des surfaces entre 1987 et 2019

Dynamique	Superficie (ha)
Stabilité	59971,95
Augmentation	12297,69
Diminution	16803,45
Non forêt	35418,42

IV - DISCUSSION

- *Validation des traitements*

Les résultats issus des traitements montrent que les analyses faites sur les images satellites Landsat, à partir de classifications supervisées sont de qualité suffisante (précision globale supérieure à 85 % pour l'ensemble des images) pour que la détection des changements observés sur les images correspond à la réalité sur le terrain. La classification supervisée utilisée est parmi les méthodes appropriés à l'étude de l'évolution de l'occupation du sol par télédétection, la plus représentative car elle implique le recours aux zones de vérification [15, 16]. La qualité de la classification confirmée par les valeurs de l'indice de Kappa qui sont supérieur à 80 %. Les résultats de cette analyse peuvent être considérés comme statistiquement recevables car les résultats d'une analyse d'image dont la valeur de Kappa est supérieure à 0,50 sont bon [17].

- *Dynamique de l'occupation du sol et du couvert végétal*

L'ensemble des résultats de la cartographie a permis de discriminer quatre (4) classes d'occupation dans la préfecture de 1991 en 2019. Cette classification a permis d'analyser l'occupation du sol dans cette préfecture. La préfecture de Wawa regorge en moyenne une superficie forestière de 60 % des occupations totales. Cette proportion est nettement supérieure à la moyenne nationale qui est de 24,24 % selon les résultats du premier Inventaire Forestier National [8]. En effet, la région du pays la plus couverte en ressource forestière est la Région des Plateaux, où les forêts y occupent 32,81 % de sa superficie totale. L'analyse de la dynamique des surfaces forestières indique une diminution graduelle de 5 % de la couverture forestière de la zone de 1991 à 2019 ; ces résultats sont en concordance avec la tendance nationale. En effet, les analyses de télédétection faites dans le cadre de l'inventaire forestier national [8] ont montré qu'environ 134 832 hectares soit 10 % de la couverture forestière ont été perdu entre les années 1990 et 2015. Cette tendance peut s'expliquer entre autres par l'inefficience des pratiques agricoles et des systèmes d'élevage ; l'inefficience de la gestion des écosystèmes forestiers et des mécanismes d'accroissement du patrimoine forestier et l'exploitation abusive des ressources forestières à des fins de bois énergie. Plusieurs auteurs [3, 8, 18] ont donc mis en cause la croissance démographique et certains modes d'exploitation comme étant responsables de dégradation des terres ayant pour conséquence la perturbation des équilibres écologiques. C'est un phénomène particulièrement remarquable en Afrique subsaharienne où les fortes densités démographiques et la crise d'espace agricole conduisent les populations à la recherche de nouvelles terres [19, 20]. Spécifiquement aux zones de changement, il y a une dégradation notable qui se produit à l'ouest de Badou qui mérite une attention

particulière. En effet, cette dégradation peut être la cause de l'augmentation de la population qui s'adonne à la culture de gingembre qui s'avère très dévastatrice de la végétation. Cette zone est un véritable hotspot de la production du gingembre dans la préfecture. Contrairement à la tendance d'évolution des écosystèmes naturels, la proportion de sols nus et bâtis est en forte augmentation. Cette augmentation révèle une croissance de la population qui occupe de plus en plus d'espace pour installer leurs habitats.

V - CONCLUSION

L'étude diachronique des changements de l'occupation du sol constitue une démarche scientifique efficace permettant une analyse des changements des écosystèmes. Les outils de la télédétection (images satellitaires) combinés à ceux des systèmes d'information géographique et aux techniques d'analyses écologiques ont été cruciales dans cette étude. L'analyse à l'échelle préfectorale des changements détectés de 1987 jusqu'en 2019 à partir des images satellitaires a notamment permis de mettre en évidence la répartition des principales classes d'occupation des sols qui ont peu évolué spatialement dans la préfecture. Néanmoins, les surfaces en savane ont significativement diminué au profit des surfaces en cultures et jachères. Si la diminution des surfaces en forêt n'est pas très spectaculaire, il ne faudrait pas pour autant négliger l'ampleur du phénomène de dégradation des forêts qui se produit dans cette préfecture, résultat des coupes abusives pour les bois d'œuvre, la carbonisation, le système agricole et les feux de brousse. L'imagerie satellitaire Landsat se révèle comme étant un système de génération de l'information spatio-temporelle, et aussi comme outils d'aide à la décision pour les besoins d'aménagement.

RÉFÉRENCES

- [1] - A. AKOGNONGBE, D. ABDOULAYE, E. W. VISSIN et M. BOKO, Dynamique de l'occupation du sol dans le bassin versant de l'Oueme à l'exutoire de Bétérou (Bénin), *Afrique Science*, 10 (2) (2014) 228 - 242
- [2] - I. BAMBA, A. MAMA, D. F. R. NEUBA, K. J. KOFFI, D. TRAORE, M. VISSER, A. B. SINSIN, J. LEJOLY et J. BOGAERT X, Influence des actions anthropiques sur la dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol dans la province du Bas-Congo (R.D. Congo). *Sciences & Nature*, 5 (1) (2007) 49 - 60
- [3] - S. CORGNE, Etudes des changements d'occupation et d'usage des sols en contexte agricole par télédétection et fusion d'information. Thèse de doctorat de Géographie, Université de Rennes 2, (2014) 6 p.
- [4] - B. B. SOUNON, B. SINSIN et S. B. GOURA, Effets de la dynamique

- d'occupation du sol sur la structure et la diversité floristique des forêts claires et savanes du Bénin. *Tropicicultura*, 25 (4) (2007) 221 - 227
- [5] - T. Y. GNONGBO, Mise en valeur agricole et évolution du milieu naturel dans la zone forestière du Litimé (Togo). *Les Cahiers d'Outre-Mer*, 224 (2003) 443 - 460
- [6] - A. BATIONO, J. KIHARA, B. VANLAUWE, B. WASWA et J. KIMETU, Soil organic carbon dynamics, functions and management in West African agro-ecosystems. *Agric. Syst.*, 97 (2006) 13 - 25
- [7] - E. F. LAMBIN et M. SCOUVART, Approche systémique des causes de la déforestation en Amazonie brésilienne : syndromes, synergies et rétroactions. *L'Espace Géographique*, 3 (2006) 241 - 254
- [8] - Ministère de l'Environnement et des ressources Forestières. 'Résultats de l'Inventaire Forestier National Du Togo'. Programme Appui Au REDD+-Readiness et Réhabilitation de Forêts Au Togo (ProREDD). Togo, (2016)
- [9] - K. D. KPEDENOU, T. BOUKPESSI, T. TANZIDANI et K. TCHAMIE, Quantification des changements de l'occupation du sol dans la préfecture de yoto (sud-est Togo) à l'aide de l'imagerie satellitaire Landsat. *Revue des Sciences de l'Environnement*, Laboratoire de Recherches Biogéographiques et d'Etudes Environnementales (Université de Lomé), (2016) 137 - 156
- [10] - D. LU, P. MAUSEL, E. BRONDIZIO et E. MORAN, Change detection. *International Journal of remote sensing*, 25 (12) (2003) 2365 - 2407
- [11] - N. KÄYHKÖ, N. FAGERHOLM, B. S. ASSEID et A. J. MZEE, Dynamic land use and land cover changes and their effect on forest resources in a coastal village of Matemwe, Zanzibar, Tanzania. *Land Use Policy*, 28 (1) (2011) 26 - 37
- [12] - G. GUTMAN, R. BYRNES, J. MASEK, S. COVINGTON, C. JUSTICE, S. FRANKS, R. HEADLEY R, Towards monitoring land-cover and land-use changes at a global scale : The Global Land Survey 2005. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 74 (1) (2008) 6 - 10
- [13] - A. AAFI, A. BENABID, A. A. ELKADMIRI et M. ROCHDI, *Utilisation des images satellitaires SPOT pour la cartographie des types de peuplements de la forêt de Momora (Maroc)*. Revue Française de Photogrammétrie et de Télédétection (SFPT), 178 (2005) 29 - 35
- [14] - F. A. DANGBO, O. GARDI, K. ADJONOU, A. K. D. HLOVOR, J. BLASER et K. KOKOU, "An analytical assessment of forest cover changes over the last 30 years in the semi-deciduous forest zone of Togo.". *Journal of Horticulture and Forestry*, 12 (2) (2020) 70 - 83
- [15] - A. A. MASOUD et K. KOIKE, Arid land salinization detected by remotely-sensed land covers changes : A case study in the Siwa region, NW Egypt. *Journal of Arid Environments*, 1 (2006) 151 - 167
- [16] - H. NAGENDRA, S. PAREETH et R. GHATE, People within parks-forest villages, land-cover change and landscape fragmentation in the Tadoba Andhari Tiger Reserve, *India Applied Geography*, 96 (2006) 96 - 112
- [17] - J. R. G. PONTIUS, Quantification error versus location error in

- compararison of categorical maps. *Photogrammetric Engineering and remote Sensing*, 66 (8) (2000) 1011 - 1016
- [18] - S. ATTA, F. ACHARD et S. O. M. OULD-MOHAMEDOU, Evolution récente de la population, de l'occupation des sols et de la diversité floristique sur un terroir agricole du Sud-Ouest du Niger. *Science & Nature*, 7 (2) (2010) 119 - 129
- [19] - I. DRABO, Migration agricole et insécurité foncière en pays bwa du Burkina Faso. *Espace, populations, sociétés*, 1 (2000) 43 - 55
- [20] - T. ABOTCHI, Colonisation agricole et dynamique de l'espace rural au Togo : cas de la plaine septentrionale du Mono. *Revue du C.A.M.E.S. Sciences Sociales et Humaines. Série B.*, Vol. 4, (2002) 97 - 108