

Revue Ivoirienne de Géographie des Savanes



RIGES

ISSN: 2521-2125

Numéro 7

Décembre 2019



Publiée par le Département de Géographie de l'Université Alassane OUATTARA de Bouaké

ADMINISTRATION DE LA REVUE

Direction

Arsène DJAKO, Professeur Titulaire à l'Université Alassane OUATTARA (UAO)

Secrétariat de rédaction

- **Joseph P. ASSI-KAUDJHIS**, Professeur Titulaire à l'UAO
- **Konan KOUASSI**, Maître de Conférences à l'UAO
- **Dhédé Paul Eric KOUAME**, Maître-Assistant à l'UAO
- **Yao Jean-Aimé ASSUE**, Maître-Assistant à l'UAO
- **Zamblé Armand TRA BI**, Maître-Assistant à l'UAO
- **Kouakou Hermann Michel KANGA**, Assistant à l'UAO

Comité scientifique

- **HAUHOUOT** Asseypo Antoine, Professeur Titulaire, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)
- **ALOKO** N'Guessan Jérôme, Directeur de Recherches, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)
- **AKIBODÉ** Koffi Ayéchoro†, Professeur Titulaire, Université de Lomé (Togo)
- **BOKO** Michel, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi (Benin)
- **ANOH** Kouassi Paul, Professeur Titulaire, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)
- **MOTCHO** Kokou Henri, Professeur Titulaire, Université de Zinder (Niger)
- **DIOP** Amadou, Professeur Titulaire, Université Cheick Anta Diop (Sénégal)
- **SOW** Amadou Abdoul, Professeur Titulaire, Université Cheick Anta Diop (Sénégal)
- **DIOP** Oumar, Professeur Titulaire, Université Gaston Berger Saint-Louis (Sénégal)
- **WAKPONOU** Anselme, Professeur HDR, Université de N'Gaoundéré (Cameroun)
- **KOBY** Assa Théophile, Maître de Conférences, UFHB (Côte d'Ivoire)
- **SOKEMAWU** Koudzo, Professeur Titulaire, UL (Togo)

EDITORIAL

La création de RIGES résulte de l'engagement scientifique du Département de Géographie de l'Université Alassane Ouattara à contribuer à la diffusion des savoirs scientifiques. RIGES est une revue généraliste de Géographie dont l'objectif est de contribuer à éclairer la complexité des mutations en cours issues des désorganisations structurelles et fonctionnelles des espaces produits. La revue maintient sa ferme volonté de mutualiser des savoirs venus d'horizons divers, dans un esprit d'échange, pour mieux mettre en discussion les problèmes actuels ou émergents du monde contemporain afin d'en éclairer les enjeux cruciaux. La dynamique paysagère, la gestion foncière, la distribution des produits vivriers, l'insécurité urbaine, les migrations, l'intégration des gares routières dans le tissu urbain, le développement local, les questions sanitaires ont fait l'objet d'analyse dans ce présent numéro. RIGES réaffirme sa ferme volonté d'être au service des enseignants-chercheurs, chercheurs et étudiants qui s'intéressent aux enjeux, défis et perspectives des mutations de l'espace produit, construit, façonné en tant qu'objet de recherche. A cet effet, RIGES accueillera toutes les contributions sur les thématiques liées à la pensée géographique dans cette globalisation et mondialisation des problèmes qui appellent la rencontre du travail de la pensée prospective et de la solidarité des peuples.

Secrétariat de rédaction

KOUASSI Konan

COMITE DE LECTURE

- KOFFI Brou Emile, Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- ASSI-KAUDJHIS Joseph P., Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- BECHI Grah Félix, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- MOUSSA Diakité, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- VEI Kpan Noël, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- LOUKOU Alain François, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- TOZAN Bi Zah Lazare, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- ASSI-KAUDJHIS Narcisse Bonaventure, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- KOFFI Yao Jean Julius, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire).

Sommaire

<p>BOUKPESSI Tchaa, ADRIKA Nafiou, KOUMOI Zakariyao</p> <p><i>Dynamique de la végétation et état actuel de la flore du plateau de l'Adélé (Centre-Togo)</i></p>	7
<p>Sylvestre Abiola CHAFFRA, Toussaint Olou LOUGBEGNON, Jean Timothée Claude CODJIA</p> <p><i>Analyse de la distribution de l'avifaune du Bénin en relation avec les différents écosystèmes : essai cartographique et perspectives de conservation des habitats d'intérêt écologique</i></p>	25
<p>KOFFI Kan Emile, KOUASSI Kouamé Julien, ETTIEN Zénobe N'dadja</p> <p><i>Mutations paysagères dans la forêt classée de Foro-Foro (Centre, Côte d'Ivoire) dans une région en crise</i></p>	50
<p>OUREGA Kouessi Remi Stephane, KONAN Kouadio Eugène, KOLI BI Zuéli</p> <p><i>Occupation de l'espace dans un contexte d'évolution démographique dans la sous-préfecture de Korhogo (Côte d'Ivoire)</i></p>	65
<p>BA Aïcha Idy Seydou Wally, DIOUF Adama Cheikh, CISSOKHO Dramane</p> <p><i>Analyse des modes de gestion foncière dans le delta du fleuve Sénégal : exemple des communes de Diama, Gandon et Ronkh</i></p>	77
<p>Moussa TOURE, Siaka DOUMBIA</p> <p><i>Analyse de la gestion coutumière des espaces agricoles dans le cercle de Dioïla au Mali</i></p>	88
<p>KONAN Kouamé Hyacinthe</p> <p><i>La gestion participative, une solution à l'orpaillage clandestin au nord de la Côte d'Ivoire</i></p>	105
<p>THIOR Mamadou, SANE Tidiane, MBALLO Issa, BADIANE Alexandre, SY Oumar, DESCROIX Luc</p> <p><i>Contraintes à la production rizicole et reconversion socioéconomique dans la commune de Diembering (Sénégal)</i></p>	118
<p>Codjo Clément GNIMADI</p> <p><i>Rôle des coopératives de producteurs d'ananas dans la réduction de la pauvreté dans la commune d'Allada au sud du Bénin</i></p>	133

DIALLO Mary, COULIBALY Katchenin Aminata, ASSUÉ Yao Jean-Aimé <i>Contributions des femmes rurales aux ressources des ménages dans les Sous-préfectures de Boundiali et de Siempurgo (Nord, Côte d'Ivoire)</i>	148
KOUMAN Kouassi Alain, KOUASSI Patrick Juvet, GOGBE Téré <i>Action municipale et développement de la ville de Man (ouest de la Côte d'Ivoire)</i>	162
Lamourdja BIALI, Iléri DANDONOUGBO, Komi N'KERE <i>Les facteurs de l'insécurité à Lomé dans un contexte de croissance urbaine</i>	179
KAKOU Golly Mathieu, KOUAME Carine Natacha, AMAND M'boh Serge <i>La gare routière de Bonoua et ses implications socio-économiques et environnementales</i>	197
GBANFLIN N'dri Amos, ALOKO-N'guessan Jérôme <i>Insertion des gares routières spontanées dans le tissu urbain de Yopougon (Abidjan, Côte d'Ivoire)</i>	214
Ibrahima Faye DIOUF, Mamadou Bouna TIMERA, Papa SAKHO <i>Migration de retour des diplômés sénégalais de France et investissement citoyen au Sénégal</i>	231
SAMAKE Charles, FOFANA Sory Ibrahima <i>Analyse des déterminants de la mortalité des enfants de 0 à 5 ans dans la commune rurale de Miena/cercle de Koutiala (Mali)</i>	245
KOUAME Koffi Fiacre, KOUAME Dhede Paul Éric, LOUKOU Alain François, DJAKO Arsène <i>Les disparités d'usage éducatif du smartphone dans les établissements secondaires de la région de la Marahoué (Centre-Ouest, Côte d'Ivoire)</i>	261
MAFOU Kouassi Combo <i>Migrations agricoles à Bonon: de la fin des mouvements d'aller-retour à la sédentarisation des populations</i>	278
YEBOUE Konan Thiéry St Urbain <i>Problématique de la consommation du riz importé dans les bassins de production du riz local du centre de la Côte d'Ivoire</i>	293

Philippine SONON, Abou-Bakari IMOROU

Santé publique et sciences sociales : quels apports, quelle convergence pour la compréhension des difficultés d'appropriation de l'offre contraceptive biomédicalisée à Zè (Sud-Bénin) ?

312

DYNAMIQUE DE LA VEGETATION ET ETAT ACTUEL DE LA FLORE DU PLATEAU DE L'ADELE (CENTRE-TOGO)

BOUKPESSI Tchaa, Maître de Conférences, Laboratoire de Recherches
Biogéographiques et d'Etudes Environnementales (LaRBE), Université de Lomé, Togo
E-mails : tchaa.boukpeSSI@gmail.com

ADRIKA Nafiou, Doctorant, Laboratoire de Recherches Biogéographiques et
d'Etudes Environnementales (LaRBE), Université de Lomé, Togo
Email : nafad000@gmail.com

KOUMOI Zakariyao, Assistant, Laboratoire de Recherches Biogéographiques et
d'Etudes Environnementales (LaRBE), Université de Lomé, Togo
Pôle de Recherche et d'Expertise sur la Dynamique des Espaces et des Sociétés
(PREDES), Université de Kara, Togo
E-mails : zakarietg@yahoo.fr

Résumé

Le présent article a pour objectif de présenter la dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol entre 1999 et 2019 et d'analyser l'état actuel de la flore. Pour ce faire, le traitement des images satellites Landsat ETM+ 1999, OLI 2019, les relevées floristiques et les enquêtes ethnobotaniques ont été les principales méthodes utilisées. Les résultats sur la dynamique de la végétation ont montré une régression des forêts de 40,2 % à 19 % et des savanes de 40,6 % à 15,7 %, au profit des champs et jachères de 3 % à 35,1 % et des bâtis/sols nus de 16,2 % à 30,2 %. Au total, 497 espèces végétales, réparties en 236 genres et 91 familles sont recensées. L'indice de Shannon et l'équitabilité sont respectivement de 4,1 bits et de 0,81. Les principaux facteurs de dégradation de la végétation sont l'agriculture, l'exploitation du bois d'œuvre et du bois-énergie, la croissance des localités et les feux de végétation. Il est donc impérieux de mettre en application un plan d'aménagement en vue d'une gestion durable des formations végétales.

Mots clés : Analyse diachronique, Végétation, Dynamique, Flore, Plateau de l'Adélé.

Abstract

The purpose of this article is to present the spatio-temporal dynamics of land use between 1999 and 2019 and to analyze the current state of flora. To do this, the processing of Landsat ETM + 1999, OLI 2019 satellite images, floristic surveys and ethnobotanical surveys were the main methods used. The results on vegetation dynamics showed a regression of forests from 40.2% to 19% and savannas from 40.6% to 15.7%, in favor of fields and fallow from 3% to 35.1% and racks / bare floors from 16.2% to 30.2%. A total of 497 plant species, divided into 236 genera and 91 families are recorded. The Shannon index and equitability are respectively 4.1 bits

and 0.81. The main factors of vegetation degradation are agriculture, timber and woodfuel exploitation, local growth and wildfires. It is therefore imperative to implement a management plan for the sustainable management of plant formations.

Keywords: Diachronic analysis, Vegetation, Dynamics, Flora, Plateau of Adélé.

Introduction

La déforestation et la dégradation des milieux naturels par l'homme ne sont pas un phénomène nouveau ; mais leur intensité et leurs conséquences à travers le monde, aussi bien à l'échelle locale que planétaire, soulèvent des questions dans le monde de la communauté scientifique. L'un des effets immédiats de l'impact humain sur ces milieux naturels est la suppression de la couverture végétale originelle et son remplacement par une végétation artificielle (J. Bogaert *et al.*, 2008, p.72). Ce qui entraîne la modification de sa flore. La compréhension des processus de dégradation de la végétation a suscité, ces dernières années, des études sur la dynamique du couvert végétal, aussi bien sur le plan international que local.

En 2015, la superficie forestière à l'échelle du globe était inférieure à 4 milliards d'hectares, soit 31 % de la superficie totale des terres (FAO, 2015, p.195). Malgré un couvert forestier relativement important et regorgeant 17 % des forêts à l'échelle planétaire, l'Afrique subit la perte la plus importante de ses écosystèmes forestiers (FAO, 2015, p.195).

Au Togo, la superficie occupée par les forêts est passée de 685 000 ha en 1990 à 188 000 ha en 2015 avec un taux de régression de 5 % (FAO, 2015, p.195). Cette perte des superficies forestières est due essentiellement aux activités humaines (E. F. Lambin *et al.*, 2001, p.55). Le plateau d'Adélé, section de la branche méridionale des monts-Togo, est la seule zone couverte de forêts denses mésophiles au Togo connues pour leur grande richesse floristique (K. Adjossou, 2009, p. 45). Cette zone n'échappe pourtant pas à la dégradation accélérée de ses écosystèmes avec pour conséquence, la modification de la flore.

L'un des aspects les plus contraignants à la gestion durable des ressources forestières est l'évaluation des états d'occupation du sol (J. Fairhead & M. Leach, 1998, p. 874). Ainsi cartographier et quantifier l'évolution de la couverture végétale puis déterminer l'état actuel de la flore du plateau Adélé est indispensable, face aux transformations du couvert forestier actuellement en cours au Togo.

Dans le présent article, il sera question d'étudier la dynamique de la végétation à partir de la télédétection et les Systèmes d'Information Géographique (SIG) et quantifier la richesse floristique actuelle en vue d'une meilleure connaissance écosystémique de cette zone.

Le cours d'eau principal est l'Assoukoko. Il prend sa source dans le nord-ouest de M'Poti, sous le nom de Kélébo (D. Bawa, 1990, p 55). Il reçoit plusieurs affluents dont les plus importants sont Yégué, Koungou, Boa, Talabo, Kofolo et Tolo. A l'exception du Tabalo et du Kofolo qui ont un sens d'écoulement est-ouest, les autres affluents et l'organisme hydrique principal (Assoukoko), coulent du nord vers le sud. Tous ces cours d'eau, à écoulement pérenne appartiennent au bassin de la volta (D. Bawa, 1990, 56).

Sur le plan climatique, le bois sacré de Kouï se trouve dans le domaine guinéen. Le climat est de type subéquatorial de transition (J. Trochain, 1957, p. 78p.) caractérisé par une grande saison pluvieuse, de mars à octobre, interrompue par une diminution de la pluviosité en août et septembre. La moyenne des précipitations varie entre 1300 et 1500 mm d'eau par an. Les températures sont élevées sans être excessives. La moyenne annuelle est de 24°C. Les maxima absolus sont atteints en février et les minima en décembre (T. Boukpepsi, 2013, p. 63).

Du point de vue pédologique, on distingue les sols peu évolués d'érosion ou lithosols qui occupent les sommets et les fortes pentes des montagnes et les sols ferralitiques. A ces principaux sols, il faut ajouter les sols hydromorphes des bas-fonds et berges des cours d'eau et les sols cuirassés (D. Bawa, 1990, p. 50).

La végétation est originellement une forêt dense humide. Elle est constituée de ligneux à troncs droits, gris-blancs et munis de contreforts. Les espèces fréquemment rencontrées sont *Albizia div. Spec. Aubreville akerstingii*, *Khaya grandifoliola*, *Milicia excelsa*, *Terminalia superba*, etc. Dans les savanes, se rencontrent des espèces comme *Daniellia oliveri*, *Lophira lanceolata*, *Prosopis africana*, *Pterocarpus erinaceus*, *Uapaca togoensis*, etc.

Le secteur d'étude est habité par les Adélé, originaires de Dibemkpa (N. Gayibor, 1997, p. 254), une localité située sur les versants occidentaux des monts Adélé dans l'actuel Ghana. De Dibemkpa, un groupe aurait fondé Dikpéléou vers la fin du 17^e siècle (R. Cornevin, 1959, p. 189). C'est de Dikpéléou, que furent fondées les différentes localités du plateau Adélé. L'effectif de la population est de 8 990 habitants. C'est une population à grande majorité rurale.

1.2. Approche méthodologique

1.2.1. Collecte de données

L'analyse diachronique retenue a été effectuée grâce à l'exploitation de deux séries d'images satellitaires Landsat *Enhanced Thematic Mapper* (ETM+) du 24/01/1999 et *Operational Land Imager* (OLI) du 15/01/2019. Ces données de la télédétection sont complétées par celles collectées sur le terrain (les fichiers de forme, « *shapefiles* »

obtenus à l'INSEED : Institut National de la Statistique, des Etudes Economiques et Démographiques ; les données GPS pour le contrôle-terrain).

Sur le plan floristique, deux séries de données ont été collectées dans le cadre de cette étude. Il s'agit des données floristiques et des données ethnobotaniques. Compte tenu de l'hétérogénéité de la topographie et de la végétation, les données floristiques sont collectées dans des placettes installées le long des transects de 50 mètre de long et de 10 m de large. Les espèces ont été notées en présence/absence sur chaque aire d'observation. Les spécimens des espèces qui n'ont pas pu être identifiés directement sur le terrain ont été récoltés et déterminés dans l'herbarium de l'Université de Lomé par comparaison avec les échantillons de référence. La nomenclature suivie est celle de J-F. Brunel *et al.* (1984, p. 140) et de Hutchinson et Dalziel (1954-1972, p. 44).

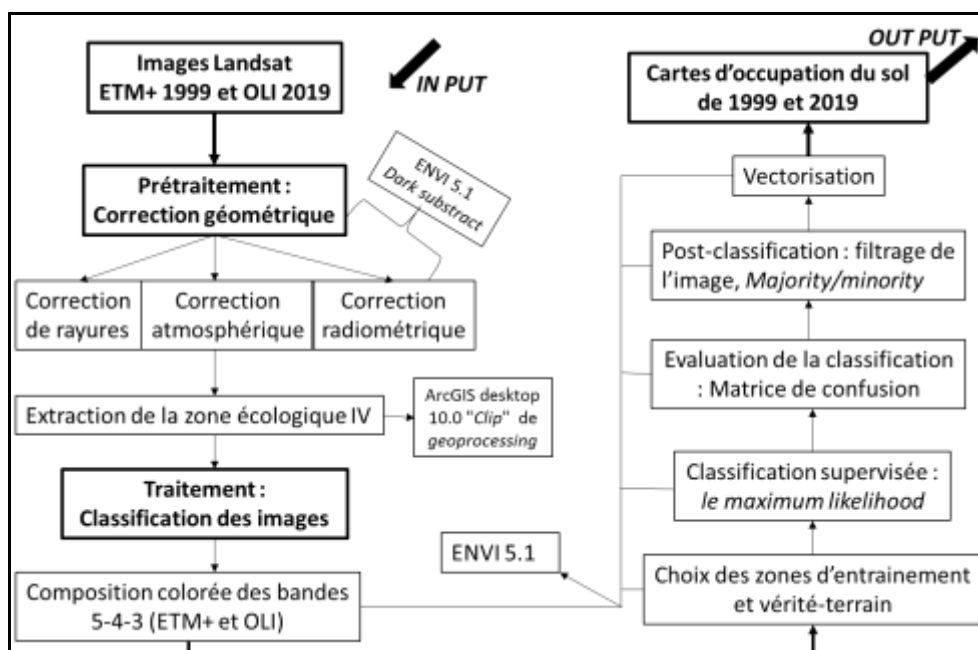
Des entretiens semi-directifs avec la population locale sont réalisés pour appréhender les relations qu'entretient la population locale avec la végétation, dans le but de déterminer les facteurs de dégradation. Au total 163 personnes sont enquêtées.

1.2.2. Traitement de données

Le traitement des données des images satellites s'est fait en utilisant les deux méthodes de classification en télédétection. Il s'agit des méthodes de pré-classification qui tendent, en général, à améliorer ou synthétiser l'information contenue dans les images satellites afin d'en faciliter leur analyse future et les méthodes de classification qui permettent de transformer les images sous forme de carte thématique (Y. Dehbi *et al.*, 2007, p. 188). Ces dernières méthodes se basent sur les propriétés spectrales pour rassembler les différents objets de l'image en classes thématiques. La bonne connaissance du secteur d'étude a permis dans cet article d'opter pour une classification supervisée avec l'algorithme de maximum de vraisemblance "*Maximum Likelihood*" des images de 1999 et 2019 à partir de la composition colorée choisie à cet effet. Enfin, des points d'échantillon des données du récepteur GPS collectées sur le terrain et les points de contrôle créés sur l'image *Google Earth* ont permis de vérifier et de valider cette classification.

Cette méthode adoptée pour le traitement des images a été résumée et présentée sur la figure 2.

Figure 2 : Synthèse méthodologique de suivi de l'occupation et d'utilisation des sols



Source : Travaux de laboratoire, 2019

Enfin, l'analyse statistique de la dynamique de l'occupation du sol des données traitées a été effectuée. Certains paramètres sont retenus dans cette étude pour ces analyses statistiques. Il s'agit du taux moyen annuel d'expansion spatiale et de la matrice de transition.

-Taux moyen annuel d'expansion spatiale (TC)

Il permet de suivre l'évolution d'une classe d'occupation du sol. Le taux moyen d'expansion spatiale exprime la proportion de chaque unité d'occupation du sol qui change annuellement (B. Bernier, 1992, p. 89). La variable considérée ici est la superficie (S). Ainsi, pour S1 et S2, correspondant respectivement à la superficie d'une catégorie d'occupation des sols à la date T1 et T2, le taux d'expansion spatiale moyen annuel (TC) se calcule :

$$TC = \frac{\ln S2 - \ln S1}{t \ln e} \times 100$$

Avec *ln* : logarithme népérien ; *e* : Base du logarithme népérien (*e* = 2,71828) ; *t* correspond au nombre d'années d'évolution et *S* la superficie.

Interprétation du TC : Les valeurs positives (+) indiquent une "progression" et les valeurs négatives (-), une "régression". Celles qui sont proches de zéro indiquent que la classe est relativement "stable".

Matrice de transition

La matrice de transition permet de mettre en évidence les changements d'occupation du sol pendant une période donnée. Les cellules de la matrice contiennent la valeur d'une variable ayant passé d'une classe initiale (*i*) à une classe finale (*j*) pendant la période considérée. Les valeurs des colonnes représentent les proportions des aires occupées par chaque classe d'occupation du sol au temps (*j*) et celles des lignes, au temps initial (*i*). La diagonale contient les superficies des classes restées stables. Les transformations se font donc des lignes vers les colonnes. Les superficies de ces classes d'occupation des sols ont été calculées à partir du croisement des cartes de deux dates différentes, à l'aide de l'algorithme *Intersect- analysis- polygons* de l'extension *Geoprocessing* du logiciel ArcGis 10.0.

Le traitement des données floristiques a consisté à la détermination de la richesse spécifique (nombre total des espèces présentes dans une phytocénose donnée et dans une aire de relevé donnée) et au calcul de l'indice de diversité de Shannon et de l'équitabilité de Pielou (A. E. Magurran 1988, p. 10 ; M. Kent et P. Coker 1992, p. 205). L'indice de diversité de Shannon (H) est calculé suivant la formule :

$$H = - \sum_{i=1}^s p_i \log_2(p_i)$$

H = indice de diversité de Shannon ; *p* = proportion des individus dans l'échantillon total qui appartiennent à l'espèce *i*. En d'autres termes, $P_i = (n/N_0)$ est l'abondance relative des individus de l'espèce considérée. « *n* » est le nombre d'individu(s) de l'espèce considérée et « *N₀* » est le nombre total d'individus recensés.

La formule utilisée pour le calcul de l'équitabilité de Pielou (E) est :

$$E = \frac{H}{\log_2 N_0}$$

H = indice de diversité de Shannon ; *N₀* = nombre total des espèces et $\log_2 N_0$ = valeur théorique de la diversité maximale pouvant être atteinte.

Les principaux types biologiques ont été distingués selon les travaux de C. Raunkiaer (1934, p. 22) basés sur l'adaptation des bourgeons terminaux des végétaux lors de la mauvaise saison. Les types de distribution phytogéographique ont été établis en se basant sur les grandes subdivisions chorologiques de l'Afrique (L. Aké Assi, 1984, p. 895). Les données ethnobotaniques sont traitées à partir du logiciel Excel.

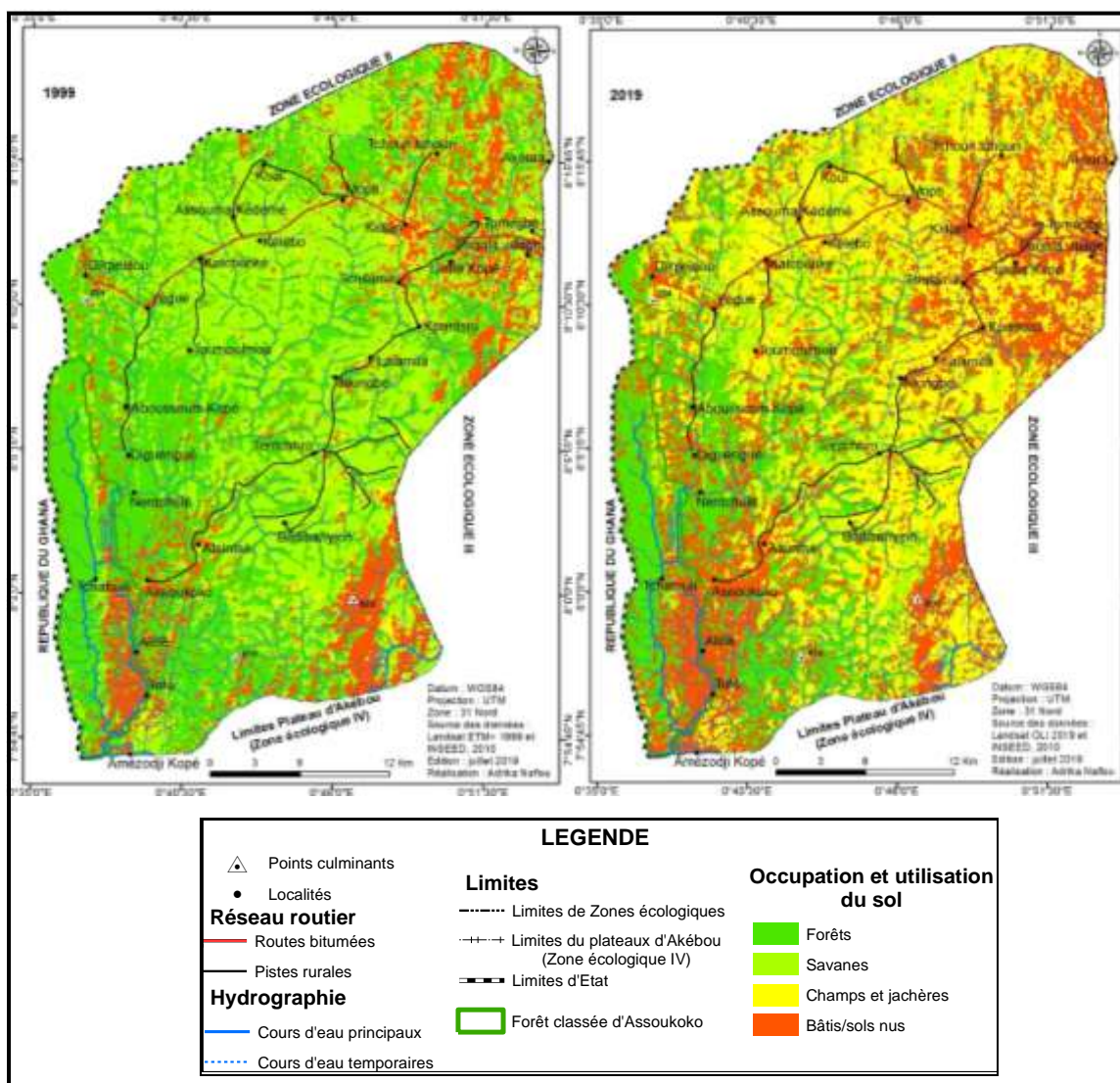
2. RESULTATS

2.1. Analyse de la dynamique de la végétation

2.1.1. Evaluation de la classification supervisée et cartographie de l'occupation du sol

La classification supervisée retenue a permis de discriminer les classes d'occupation et d'utilisation du sol. Au total, quatre classes ont été cartographiées (figure 3). Elles sont représentées par les forêts (forêts mésophiles, forêts dégradées : forêts semi-décidues modifiées par les activités anthropiques ou non, forêts galeries, les champs de plantations forestières, industrielles et pérennes), les savanes (zones composées des savanes boisées, arborées, arbustives et herbeuses), les champs et jachères (zones de cultures vivrières, d'abattis-brûlis, de pâturages) et l'ensemble des bâtis-sols nus. Sur les deux images landsat TM de 1999 et OLI de 2019, la matrice de confusion montre une bonne classification. La moyenne de pixels correctement classés (MPCC) ou la précision globale « *overallaccuracy* » en anglais est respectivement de 97,4 % et 95,8 %. Le coefficient de Kappa donne 0,96 pour TM 1999 et 0,94 pour OLI 2019. La cartographie de l'occupation du sol de 1999 et 2019 montre dans l'ensemble, une variation dans la disposition et la constitution des différentes classes d'occupation et d'utilisation du sol dans le secteur d'étude. En effet, l'analyse visuelle de ces deux cartes permet de constater que sur la carte de 1999, les forêts et les savanes constituent les unités dominantes du paysage. Par contre, en 2019, ce sont les classes anthropiques qui prennent le pas sur les formations naturelles.

Figure 3 : Analyse diachronique de l'occupation et de l'utilisation du sol de 1999 et 2019



Source : Traitement des images Landsat ETM+ 1999, OLI 2019 et données INSEED, 2010

2.1.2. Analyse de l'évolution des unités d'occupation du sol

Pour montrer l'évolution de chaque classe d'occupation du sol au cours du temps, la relation entre la même classe de 1999 et 2019 a permis d'extraire les zones "stables", de "régression" et de "progression" de cette classe. Ceci s'est matérialisé en quantifiant les taux de changement entre les surfaces des classes d'occupation du sol. Ainsi, l'évolution de l'occupation du sol entre 1999 et 2019 montre qu'en l'espace de 20 ans, les classes des « forêts » et des « savanes » ont perdu plus de la moitié de leur superficie, passant respectivement de 40,2 % à 19 % et 40,6 % à 15,7 % de la superficie du secteur d'étude. Par contre, la surface des « champs et jachères » s'est multipliée par 12 allant de 3 206,3 ha à 39 589 ha et celle des « bâtis/Sols nus » s'est presque doublée allant de 18 471,6 ha à 33 799 ha (tableau 1). Ce tableau indique une perte de 23 732,07 ha de forêt. Ce qui représente un taux de déforestation annuelle de 3,6 %.

Mais la plus grande régression est observée au niveau des savanes, avec un taux de changement de - 4,6 %.

Tableau 1 : Evolution des changements d'occupation et d'utilisation du sol entre 1999 et 2019

CLASSES	Surface (ha)				S2- S1	TC
	1999	%	2019	%		
Forêts	45341,1	40,2	21609	19,0	-23 732,07	-3,6
Savanes	45734,1	40,6	17756,1	15,7	-27 978,01	-4,6
Champs et Jachères	3206,3	3,0	39589	35,1	36 382,73	13,4
Bâtis/Sols nus	18471,6	16,2	33799	30,2	15 327,40	3,0
TOTAL	112753,1	100	112753,1	100	-	-

Source : Travaux de laboratoire, 2019

2.1.3. Mise en évidence des changements des unités d'occupation du sol : la matrice de transition

Pour une quantification plus poussée des changements d'occupation du sol survenus au cours de la période d'analyse décrite plus haut, la matrice de transition est générée. Elle a permis d'informer sur la proportion d'affectation d'une classe d'occupation du sol réalisée pendant la période concernée. Ainsi, la matrice de transition de 1999-2019 construite a permis de montrer les transformations opérées entre la date initiale et la date finale de cette étude.

Le *tableau 2* donne les pourcentages de changements opérés entre les différentes classes d'occupation et d'utilisation du sol entre 1999 et 2019 dans le secteur d'étude. Des 40,2 % de la superficie des « forêts » en 1999, seule 17,2 % est restée stable ; 14,4 % s'est transformé en « bâtis/sols nus », 5 % en « savanes » et 3,6 % en « champs et jachères ». En 2019, la surface des forêts qui a chuté de 19 % a bénéficié de la transformation des « savanes » de 1,2 % et « bâtis/sols nus » de 0,6 %. Les « champs et jachères » qui ont fait un bond spectaculaire dans le paysage, ont bénéficié beaucoup plus de la dynamique régressive des « savanes » de 23,2 %.

Tableau 2 : Matrice de transition de l'occupation du sol entre 1999 et 2019 en (%)

Année	2019					
	CLASSES	FO	SA	CJ	BS	TOTAL
1999	FO	17,20	5,00	3,60	14,40	40,20
	SA	1,20	9,70	23,20	6,50	40,60
	CJ	0,00	0,10	2,20	0,70	3,00
	BS	0,60	0,90	6,10	8,60	16,20
	TOTAL	19,00	15,70	35,10	30,20	100,00

Source : Travaux de laboratoire, 2019

En résumé, trois (3) processus de transformation se dégagent en 20 ans dans ce paysage : l'anthropisation, la savanisation et la régénération naturelle et anthropique.

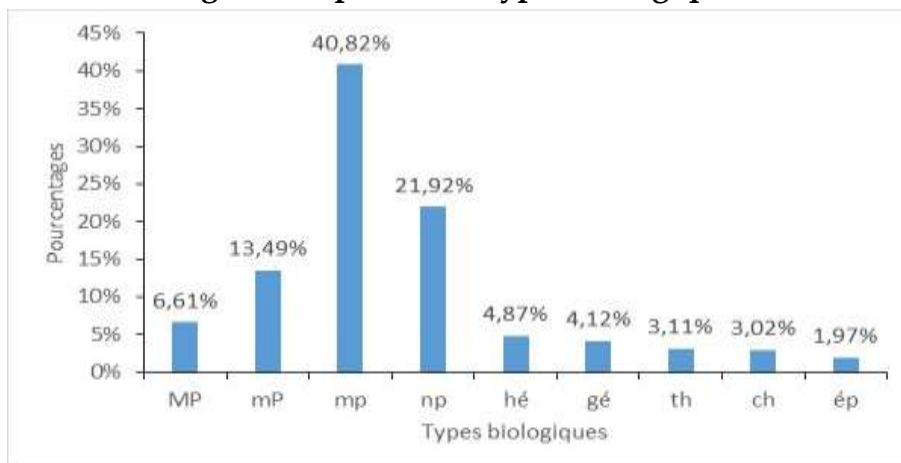
- ✓ *L'anthropisation* ou la dégradation des formations naturelles (les forêts et les savanes édaphiques) ; elle se caractérise par la transformation de la classe des « forêts » (18 %) et de celle des « savanes » (29,7 %) en classes anthropiques que sont les « champs et jachères » et « bâtis/Sols nus » ;
- ✓ *La savanisation*, c'est le processus de création ou de formation de savanes. Elle s'est faite par le maintien des savanes préexistantes (9,7 %), de la disparition des « forêts » (5 %), des champs et jachères » (0,1 %) et des « bâtis/sols nus » (0,9 %). La savane préexistante est la formation végétale restée intacte entre 1999 et 2019 ;
- ✓ *La régénération naturelle ou anthropique*, il s'agit de la reforestation ou de la restauration des formations forestières qui peut être naturelle ou due au reboisement fait par l'homme ; elle s'est faite par le gain de la classe des « forêts » de 1,8 %, provenant de la classe des « savanes » et des « bâtis/sols nus ».

2.2. Analyse de la flore et des principaux facteurs de la dégradation des formations végétales

2.2.1. Analyse de la flore actuelle du plateau de l'Adélé

Les relevés floristiques effectués sur le plateau de l'Adélé ont permis de recenser 497 espèces végétales, réparties en 236 genres et 91 familles. Les familles les plus représentées sont les Rubiaceae (17,79%), les Euphorbiaceae (11,12%), les Papilionacée (10,89%), les Apocynaceae (9,61%) et les Moraceae (8,26%). Les espèces les plus fréquentes sont *Elaeis guineensis* (90% des relevés), *Sterculia tragacantha* (72% des relevés), *Cola gigantea* (70% des relevés), *Pseudospondias microcarpa* (65% des relevés), *Costus afer* (60% des relevés), *Antiaris africana* (58% des relevés), *Albizia gygia* (50% des relevés), *Aubrevillea kerstingii* (46% des relevés) et *Funtumia africana* (45% des relevés). L'indice de diversité de Shannon est de 4,1 bits et l'équitabilité de Pielou est de 0,81. La figure 4 présente le spectre des types biologiques.

Figure 4 : Spectre des types biologiques

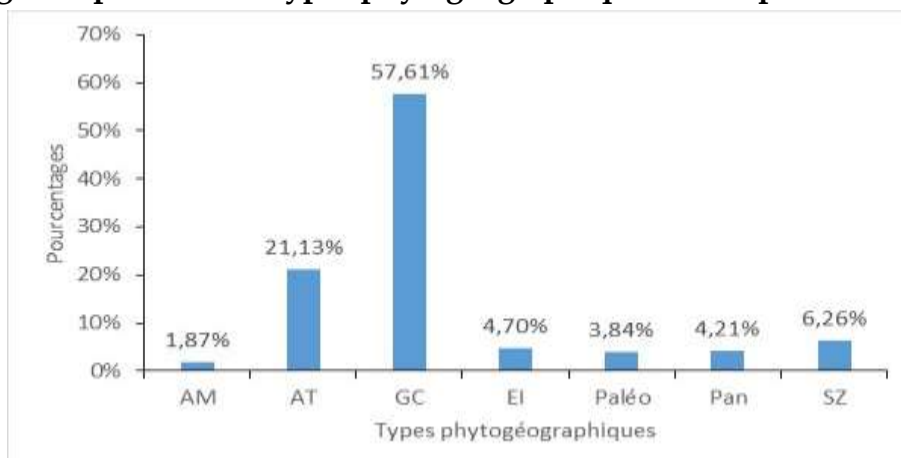


Source : travaux de terrain, 2019

Légende : MP : Mégaphanérophytes ; mP : Mésophanérophytes ; mp : Microphanériphytes ; np : Nanophanérophytes ; hé : Hémicryptophytes ; gé : Géophytes ; th : Thérophytes ; ch : Chaméphytes ; ép : Epiphytes

Le spectre des types biologiques permet de constater la prépondérance des phanérophytes. Ils représentent 82,84% des espèces inventoriées. Les microphanérophytes (40,82%) sont les types biologiques les plus représentés. Suivent les nanophanérophytes (21,92%), les mésophanérophytes (13,49%) et les mégaphanérophytes (6,61%). Les autres types biologiques (17,16%) sont faiblement représentés avec chacun moins de 5% des espèces. Il s'agit des hémicryptophytes (4,87%), des géophytes (4,12%), des thérophytes (3,11%), des chaméphytes (3,02% et des épiphytes (1,97%).

La figure 5 présente les types phytogéographiques des espèces recensées.



Source : travaux de terrain, 2019

Légende : AM : Afro-malgache ; AT : Afro-tropicale ; GC : Guinéo-congolaise ; EI : Espèce introduite ; Paléo : Paléotropicals ; Pan : Pantropicals ; SZ : Soudano-zambéziennes

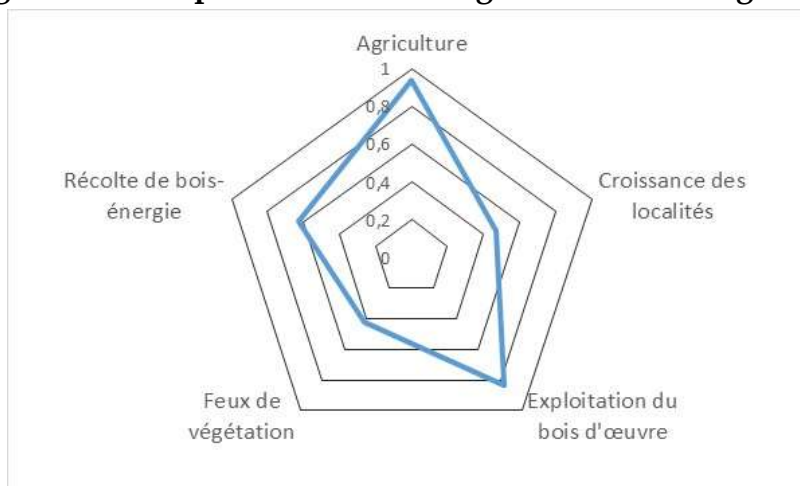
L'examen de la *figure 5* révèle que les espèces Guinéo-congolaise forment la majorité de la flore avec un pourcentage de 57,61%. Elles sont suivies de très loin par les

espèces Afrotropicales (21,13%) et Soudano-zambéziennes (6,26%). Les autres taxons sont faiblement représentés. Il s'agit des espèces introduites (4,70%), des Pantropicales (4,21%), des Paléotropicales (3,84%) et des Afro-malgaches (1,87%).

2.2.2. Analyse des principaux facteurs de la dégradation des formations végétales

La figure 6 illustre les principaux facteurs de dégradation de la végétation du plateau de l'Adélé

Figure 6 : Principaux facteurs de dégradation de la végétation



Source : travaux de terrain, 2019

La végétation du plateau de l'Adélé se dégrade sous l'emprise humaine. Les principaux facteurs de dégradation l'agriculture (0,94), l'exploitation du bois d'œuvre (0,83), La récolte du bois-énergie (0,63), la croissance des localités (0,47) et les feux de végétation (0,42).

Le plateau de l'Adélé est une grande région agricole. Deux types de produits y sont cultivés. Il s'agit des produits vivriers et des produits de rentes, notamment le café et le cacao qui se font de plus en plus cultivés sans ombrage. L'activité agricole participe donc à la destruction des formations forestières et à leur remplacement par des formations savaniques. Les forêts du plateau de l'Adélé regorgent d'espèces commerciales qui font l'objet d'exploitation. Il s'agit d'*Azelia africana*, *Antiaris africana*, *Khaya grandifoliola*, *Milicia excelsa*, *Terminalia superba*, *Berlinia grandiflora*, *Ceiba pentandra*, *Antiaris africana*, etc. Ces espèces sont régulièrement prélevées dans les différentes formations végétales, entraînant ainsi leur dégradation. La récolte du bois pour le feu et la fabrication du charbon de bois dégradent également les formations végétales de l'Adélé. Le bois est la principale source d'énergie utilisée dans le secteur d'étude. Il fait aussi l'objet de commerce. L'augmentation des demandes entraînent l'augmentation des prélèvements accélérant ainsi la dégradation des formations végétales. Les différentes localités du plateau de l'Adélé enregistrent une forte croissance spatiale marquée par leur étalement au détriment des formations

végétales. Ces dernières sont également menacées par les feux de végétation qui entraînent leur dégradation.

3. DISCUSSION

La dynamique de la végétation sur le plateau de l'Adélé au Centre-Togo a été déterminée à partir d'une analyse diachronique de deux images satellites Landsats multi-dates de 1999 et 2019. Le recours à des images Landsats, considérées comme à moyenne voire haute résolution spatiale (J. Oszwald, 2005, p. 62), a été jugé acceptable pour les études de la dynamique spatiale par plusieurs travaux de recherche (Y. El Hadraoui, 2013, p. 30 ; K. M. Akakpo *et al.*, 2017, p. 188). L'analyse diachronique retenue pour cette étude est l'une des plus utilisées, parce qu'elle prend en considération la répartition spatiale des changements et constitue l'approche couramment appliquée par plusieurs auteurs (E. N'Guessan *et al.*, 2006, p. 314 ; Y. El Hadraoui, 2013, p. 33).

La classification supervisée par maximum de vraisemblance a été choisie. Il s'agit de la méthode jugée la plus performante par de nombreux auteurs (M-C. Girard & C. M. Girard, 1999, p.125 ; J. Oszwald, 2005, p. 75). L'évaluation des classifications indique une meilleure exactitude, avec des précisions globales de 97,4 % en 1999 et 95,8 % en 2019 (G. R. Congalton, 1991, p. 40 ; R. G. J. Pontius, 2000, p. 1114). Ces résultats sont supérieurs à ceux obtenus par K. Adjonou *et al.* (2010, p. 175) au Togo (une précision moyenne de 75 %).

L'Approche méthodologique adoptée a permis d'obtenir des cartes d'occupation du sol qui constituent une source d'informations indispensables pour l'analyse de la dynamique de la végétation. Ainsi, durant la période de 1999 et 2019, l'analyse de dynamique montre une déforestation et une dégradation des formations naturelles (forêts et savanes) au profit des formations anthropiques (savanes anthropiques, champs et jachères, bâtis/sols nus). Ces mêmes constats ont été faits au Togo par K. Adjossou (2009, p. 144) ; K. Adjonou *et al.* (2010, p. 145). En Afrique et d'une façon générale dans le monde tropical, cette même situation a été relevée par plusieurs travaux de recherche, comme ceux de J. Oloukoi *et al.* (2006, p. 314) au Bénin, de N. Mikwa, *et al.* (2016, p. 241) au Congo, de V. Ratiarson *et al.* (2007, p. 120) à Madagascar, de (J-F. Mas, 1998, p. 140) au Mexique et de (N. Maestriperi, 2012, p.189) au Chili.

Le processus d'anthropisation est bien remarqué dans le paysage, du fait du rôle important que joue la végétation pour la population riveraine. Cette assertion est étayée par l'analyse des taux de changement et de déforestation. En effet, durant la période de 1999-2019, les « forêts » ont enregistré une perte annuelle de leur superficie de 3,6 %. Ces résultats sont supérieurs à ceux obtenus par Z. Koumoi (2016, p. 125) au Centre-Togo, soit - 2,62 % entre 1987 et 2000, mais inférieurs à ceux

de J. Oloukoi (2012, p. 205) au centre du Bénin, soit 4,66 % entre 1986 et 2006. Ces différences seraient dues à des périodes d'analyse.

La matrice de transition construite pour déceler ces changements d'occupation et d'utilisation du sol a permis d'observer les différents processus opérés dans le paysage du secteur d'étude. Trois processus de transformation ont été décrits : l'anthropisation, la savanisation et la régénération naturelle et/ou anthropique. Ces mêmes processus ont été relevés et décrits dans les travaux d'I. Bamba *et al.* (2008, p. 62) au Congo, de Z. Koumoi (2016, p. 127) au Togo.

Les recherches effectuées dans les formations végétales de l'Adélé ont permis de recenser 497 espèces végétales. Elles appartiennent à 236 genres et 91 familles. Cette richesse floristique est plus élevée que celle relevée sur le plateau de Danyi où M. Myndamou *et al.* (2018, p. 89) ont recensé 146 espèces réparties en 112 genres et 53 familles. La faible richesse floristique enregistrée par M. Myndamou *et al.* (2018, p.90) s'explique par le fait que ces derniers se sont intéressés uniquement qu'aux espèces ligneuses.

La richesse floristique identifiée dans le cadre de cette étude est inférieure à celle identifiée par K. Akpagana (1989, p. 120) et K. Adjossou (2009, p. 132). Ces deux auteurs ont respectivement inventorié 635 et 928 espèces végétales dans toute la zone forestière du Togo. Cette faible richesse floristique identifiée dans le cadre de cette étude par rapport à celle de K. Akpagana (1989, p. 120) et de K. Adjossou (2009, p. 132) s'explique par l'effort d'échantillonnage et l'étendue de leur secteur d'étude.

La forte représentativité des microphanérophytes (40,82%) indique la forte perturbation de ces forêts. Ce même constat est fait par K. Adjossou (2009, 140) et M. Myndamou *et al.* (2018, p. 91) qui ont respectivement enregistré 43,75% et 42,86% de microphanérophytes.

CONCLUSION

La flore actuelle du plateau d'Adélé est riche et variée. 497 espèces végétales, réparties en 236 genres et 91 familles sont recensées. Malgré cette grande richesse floristique, elle ne cesse de se dégrader. L'analyse diachronique de la dynamique de la végétation montre qu'en 20 ans (1999 et 2019), les taux d'occupation des classes des « champs et jachères » et des « bâtis/Sols nus » ont augmenté, passant respectivement de 3 % à 35,1 % et de 16,2 % à 30,2 %. Cette augmentation s'est faite au détriment des classes des « forêts » et des « savanes » qui sont passées respectivement de 40,2 % à 19 % et 40,6 % à 15,7 %. Les principaux facteurs de cette dégradation sont l'agriculture (0,94), l'exploitation du bois d'œuvre (0,83), La récolte du bois-énergie (0,63), la croissance des localités (0,47) et les feux de végétation (0,42).

Les résultats obtenus démontrent que le phénomène de la déforestation est bien réel sur le plateau d'Adélé et représente une perte par an de 3,6 %. Ce qui constitue une grosse inquiétude d'une part, pour la population riveraine qui exploite ces forêts pour leurs besoins multiformes et d'autre part, pour le secteur forestier national.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ADJONOU Kossi; DJIWA, O.; KOMBATE, Y.; KOKUTSE, A.D.; KOKOU, Kouami, 2010. Etude de la dynamique spatiale et structure des forêts sèches reliques du Togo : implication pour une gestion durable des aires protégées. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, vol. 1, n°4, pp. 168-183.

ADJOSSOU Kossi 2009. *Diversité, Structure et Dynamique de la végétation dans les fragments de forêts humides du Togo : Les enjeux pour la conservation de la biodiversité*, Thèse de Doctorat, Université de Lomé, 190p. + annexes.

AKAKPO Komivi Messan, QUENSIERE Jacques, GADAL, Sébastien, ADJONOU Kossi; KOKOU Kouami., 2017. Caractérisation et dynamique spatiale de la couverture végétale dans les aires protégées du Togo : Etude par télédétection satellitaire sur la forêt classée de Missahoé dans la Région des Plateaux. *Revue Internationale de Géomatique, Aménagement et Gestion des Ressources*, Vol. 1, pp. 181-194.

AKE ASSI Laurent., 1984. *Flore descriptive de la Côte d'Ivoire: Etude descriptive et biogéographique avec quelques notes botaniques*. Thèse Sciences, univ. Abidjan, 1200 p.

AKPAGANA Koffi, 1989. *Recherches sur les forêts denses humides du Togo*. Thèse Doct. Univ. Bordeaux III, 181p

BAMBA Issouf, MAMA Adi, NEUBA, Danho, KOFFI, Kouao, TRAORE Dossahoua, VISSER, Mariolein, SINSIN Brice, LEJOLY, Jean, BOGAERT Jan 2008. Influence des actions anthropiques sur la dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol dans la province du Bas Congo (République Démocratique du Congo). *Sciences et Nature*, n° 5, pp. 49-60

BAWA Dangnisso 1990 : *L'action de l'homme et l'évolution des formations végétales dans l'Adélé (sud-ouest du Togo)*. Mémoire de maîtrise en géographie. Université de Lomé. 92 p

BERNIER Bernard, 1992. Introduction à la maroéconomie. Dunod, Paris. p. 217 p.

BOGAERT Jan, BAMBA Issouf, KABULU DJIBU, Jean-Pierre ; KOFFI, Koua J.; De CANNIERE, Charles ; VISSER, Marjolein ; SIBOMANA, Serge 2008. Fragmentation of forest Landscapes in central Africa : causes, consequences and management. *In Patterns and Processes in Forest Landscapes : Multiple Use and Sustainable Management*, pp. 67-87.

BOUKPESSI Tchaa, 2013 : Diversité floristique et importance socioculturelle du bois sacré Kouï au centre-ouest du Togo in *Revue Sciences de l'Environnement*, N° 10 : pp : 45-62

BRUNEL Jean-Frédéric., SCHOLZ Hildemar et HIEPKO Paul, 1984. *Flore analytique du Togo*. Phanérogames. GTZ, Eschorn, 751 p

CONGALTON Russell., 1991. « A review of assessing the accuracy of classification of remotely sensed data. Remote Sens ». *Environ*, n°37, pp. 35-46.

CORNEVIN Robert, 1959. *Histoire du Togo*. Ed., Berger Levrault, Paris, 427 p.

DEHBI Youssef, BONN Ferdinand, HE Dong-Chen & LAVOIE, André, 2007. Evaluations du recouvrement végétal dans un bassin versant : cas du bassin versant de la rivière aux brochets au Québec. *Revue télédétection*, Vol.7, n°1-2-3-4, pp. 185-201.

FAIRHEAD James & LEACH Melissa, 1998. Reframing deforestation: Global analyses and local realities-studies in *Evaluation des ressources forestières* 2005. p. 26. West Africa, Londres. p. 227.

FAO, 2010. Evaluation des ressources forestières 2010, Rapport principal. *Département des forêts*, pp. 163-377.

FAO, 2015. *Évaluation des ressources forestières mondiales 2015*, Rome, Italie.

GAYIBOR Nicoué. Ladjou., 1997. *Histoire des Togolais des origines à 1884*, Presses de l'Université de Lomé, Vol. I, 443p.

GIRARD Michel-Claude & GIRARD Colette Marie, 1999. *Traitement des données de télédétection*. Dunod, Paris, France, 529p.

HUTCHINSON John & DALZIEL L.M., 1954-1972. *Flora of West Tropical Africa*. 2è ed. Revised by Keay and Hepper, 3 vol.

KENT Martin & COKER Paddy, 1992. *Vegetation description and analysis: a practical approach*. John Wiley & Sons, England 363 p.

Koumoui, Zakariyao., 2016. *Gestion et planification des territoires ruraux dans le Centre-Togo : approche par la télédétection et les Systèmes d'information géographique (SIG)*. Thèse de doctorat, Université de Lomé. 233p.

LAMBIN Eric, 1994. Modeling Deforestation Processes : A Review. TREES Series B. European Commission. *Research Report*, Issue 1, pp. 1-108.

MAESTRIPIERI Nicolas, 2012. *Dynamiques spatio-temporelles des plantations forestières industrielles dans le sud chilien. De l'analyse diachronique à la modélisation prospective*, Thèse de doctorat de l'Université de Toulouse, France.

MAGURRAN Anne 1988. Ecological architecture and plant productivity. *Plant physiology*, 109: 7-13

MAS Jean-François, 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.

MIKWA Ngamba, MASIMO Kabuang'a, ANITAMBUA Sungu; KAHINDO Jean-Marie & NSHIMBA Hyppolite, 2016. Analyse prospective de la déforestation estimée par télédétection dans la réserve de biosphère de Yangambi. *International Journal of Innovation and Scientific Research*, Vol. 2 n°24, pp. 236-

MYNDAMOU Modonnaou, BOUKPESSI Tchaa, DJANGBEDJA Minkilabe, 2018 : Caractéristiques floristiques et structure de la végétation ligneuse du plateau de Danyi (Sud Ouest-Togo). In *AHOHO*, N° 21:pp:79-91

OLOUKOI Joseph, 2012. *Utilité de la télédétection et des systèmes d'information Géographiques dans l'étude de la dynamique spatiale de l'occupation des terres au Centre du Bénin*, Thèse de Doctorat Unique de Géographie, Université d'Abomey Calavi.

OLOUKOI Joseph, MAMA Vincent Joseph & AGBO, Fulbert Bernadin, 2006. Modélisation de la dynamique de l'occupation des terres dans le département des collines au Bénin. *Télédétection*, Vol. 4, n°6, pp. 305-323.

OSZWALD Johan, 2005. *Dynamique des formations agroforestières en Côte d'Ivoire (des années 1980 aux années 2000) : Suivie par télédétection et développement d'une approche cartographique*, Thèse de doctorat de Géographie, Université des Sciences et Technologies de Lille.

PONTIUS Gil Junior, 2000. « Quantification error versus location in comparison of categorical maps » *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Vol.8, n°66, pp. 1011-1016.

RAUNKIAER Christen Christiansen, 1934. *The life forms of plants and statistical plant geography*. Clarendon Press, Oxford.

TROCHAIN Jean-Louis., 1980. *Ecologie végétale de la zone intertropicale non désertique*. UPS. Toulouse, 468 p

TAKOU Paroussiè Wiyao, BOUKPESSI Tchaa, DJANGBEDJA Minkilabe & MAMA Adi., 2012. 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.*, n° 009, pp. 29-48.