



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*



Wildfires degrade and deforest Fazao-Malfakassa National Park (FMNP) in Togo

¹Bimare KOMBATE, ²Wouyo ATAKPAMA, ³Kosi Joseph Amemavo KLEVOR, ³Hodabalo EGBELOU, ²Madjouma KANDA, ²Marra DOURMA, ²Komlan BATAWILA, ²Koffi AKPAGANA

¹Géomatique et Modélisation des Ecosystèmes (GME), Laboratoire de botanique et écologie végétale, Faculté des Sciences, Université de Lomé, parfaitbimare@yaohoo.fr, Lomé, Togo.

²Unité de Recherche en Systématique et Conservation de la Biodiversité, Laboratoire de Botanique et Ecologie Végétale, Université de Lomé, wouyoatakpama@outlook.com, kmadjouma@gmail.com, dourmamarra@yahoo.fr, komlanbatawila@gmail.com, koffi2100@gmail.com, Lomé, Togo.

³Département de Foresterie, Institut National de Formation Agricole, josephklevor1995@gmail.com, victoregbelou1@gmail.com, Tové, Togo.

ABSTRACT

Context and background:

Prescribed fire remains a technique for the management and development of protected areas. It can also be detrimental to the conservation of forest ecosystems and biodiversity.

Goal and objectives:

The study focuses on the dynamics of vegetation and forest fires in the Fazao-Malfakassa National Park (FMNP) in Togo. Specifically, it aims to assess land use/land cover and wildfire dynamics between 2000 and 2020 in FMNP, Togo.

Methodology:

The analysis used satellite images from 2014, 2000 and 2020. By comparing the results of land cover classification and wildfire occurrence, the impact of wildfire on vegetation dynamics was revealed.

Results:

The map analysis shows an increase in Fields/Fallows (1.73%), Open Forests (1.43%), Dry/riparian Forests (2.53%) and Wooded/Shrub Savannahs (1.13%), at the expense of Wooded Savannahs, which are decreasing by 3.35% per year. It also shows a 33.35% increase in vegetation fires. These are mainly concentrated in the south-eastern and north-eastern parts of the park. Wildfires have been identified as the main cause of the declining wooded savannahs.

Keywords

Wildfire, land use, Protected areas, Togo

Feu de végétation entraîne la dégradation et la déforestation du Parc National Fazao-Malfakassa (PNFM) au Togo

Feu de végétation, dynamique de végétation, aires protégées

¹Bimare KOMBATE, ²Wouyo ATAKPAMA, ³Kosi Joseph Amemavo KLEVOR, ⁴Hodabalo EGBELOU, ⁵Madjouma KANDA, ⁶Madjouma KANDA, ⁷Komlan BATAWILA, ⁸Koffi AKPAGANA

¹Géomatique et Modélisation des Ecosystèmes (GME), Laboratoire de botanique et écologie végétale, Faculté des Sciences, Université de Lomé, parfaitbimare@yaohoo.fr, Lomé, Togo.

²Unité de Recherche en Systématique et Conservation de la Biodiversité, Laboratoire de Botanique et Ecologie Végétale, Université de Lomé, wouyoatakpama@outlook.com, kmadjouma@gmail.com, dourmamarra@yahoo.fr, komlanbatawila@gmail.com, koffi2100@gmail.com, Lomé, Togo.

³Département de Foresterie, Institut National de Formation Agricole, josephklevor1995@gmail.com, victoregbelou1@gmail.com, Tové, Togo.

RÉSUMÉ

Contexte et justification :

Le feu de végétation demeure une technique de gestion et d'aménagement des aires protégées. Elle peut aussi se révéler négative pour la conservation des écosystèmes forestiers et la biodiversité.

But et objectifs :

L'étude s'est focalisée sur la dynamique de la végétation et du feu de végétation du Parc National Fazao-Malfakassa (RFFM) au Togo. Plus spécifiquement, il s'agit d'évaluer la dynamique d'occupation du sol et de l'occurrence du feu entre 2000 et 2020 dans la réserve de faune de Fazao-Malfakassa au Togo.

Méthodologie :

L'analyse s'est basée sur des images satellites de 2014, 2000 et 2020. La comparaison des résultats de classification des images de l'occupation du sol et de l'occurrence du feu de végétation a permis de ressortir l'impact du feu de végétation sur la dynamique de la végétation.

Résultats :

L'analyse cartographique montre une progression des Champs/Jachères (1,73 %), Forêts claires (1,43 %), des Forêts sèches/Galeries (2,53 %) et Savanes arborées/Savanes arbustives (1,13 %) au détriment des savanes boisées qui connaissent une régression de 3,35 % par an. Elle révèle aussi une progression de 33,35 % des feux de végétation qui se concentrent principalement dans les parties sud-est et nord-est du parc. Le feu de végétation serait la principale cause de régression des savanes boisées.

Mots clés

Feu de végétation, occupation du sol, aires protégées, Togo

1. INTRODUCTION

L'Afrique est souvent qualifiée de "continent de feu" en raison de la fréquence élevée des incendies de végétation (Kana & Etouna, 2006). Ces feux, largement utilisés pour les activités agropastorales, parcourent annuellement la plupart des formations végétales (Afelu et al., 2016b), jouant ainsi un rôle crucial dans le défrichement, l'élevage et la chasse (Koumoi, 2019). Ils exercent une influence significative sur la morphologie et la composition spécifique du couvert végétal. L'intensité des feux dépend de divers facteurs tels que la disponibilité de la matière combustible, son degré de dessiccation, ainsi que les conditions environnementales comme la vitesse du vent et la température.

Les feux tardifs favorisent le maintien ou l'augmentation de la densité des ligneux, tandis qu'ils entraînent la savanisation avec des effets préjudiciables sur la végétation ligneuse. Bien que les savanes soient plus susceptibles aux incendies, aucune formation végétale, y compris celles des aires protégées d'Afrique subsaharienne, n'échappe à ce phénomène. Selon Grégoire & Simonetti (2008), 59 % des aires protégées d'Afrique subsaharienne présentent une probabilité élevée à très élevée d'incendies en saison sèche, tandis que 17 % présentent une probabilité faible à très faible.

Au Togo, les feux incontrôlés et tardifs sont également enregistrés dans les aires protégées (Koumoi, 2019 ; Konko et al., 2021), entravant ainsi la gestion de la biodiversité et contribuant aux émissions de gaz à effet de serre (TCN, 2015). Le Parc National Fazaou Malfakassa (PNFM), situé dans la zone écologique II du Togo, se distingue comme l'une des aires protégées les plus importantes du pays en raison de sa diversité en termes de formations végétales, de faune, de flore et de mycologie, ainsi que de la beauté de son paysage façonné par le relief et la végétation (Atsri et al., 2018a ; Woegan et al., 2013 ; Kamou et al., 2017).

Il représente les mosaïques forêts-savanes semi-montagnardes du Togo (Atsri et al., 2018a) et abrite principalement les indices de présence du lion (*Panthera leo*) et les troupeaux d'éléphants de forêts et de savanes (MERF/PRAPT, 2018). L'importance écologique, touristique et économique de cette réserve justifie la diversité des études menées en vue d'une gestion optimale de ses ressources (Kamou et al., 2017 ; Kamou et al., 2015 ; Atsri et al., 2018a ; Atsri et al., 2020a ; Atsri et al., 2020b ; Atsri et al., 2018b ; Woegan, 2011 ; Woegan et al., 2013 ; Assou et al., 2021 ; Koumoi, 2019 ; Atakpama et al., 2023b). Parmi ces innombrables études, peu se sont appesantis sur le feu de végétation (Koumoi, 2019), bien que ce facteur anthropique semble devenir de plus en plus récurrent, impactant la végétation du parc.

Face à ces effets néfastes, le gouvernement togolais a encouragé la pratique des feux précoces à travers des campagnes d'information, de sensibilisation et de formation du public afin de prévenir les incendies des forêts. Il a mis en place depuis 2010, à travers le Ministère de l'Environnement et des Ressources Forestières (MERF), une stratégie nationale de gestion des feux de végétation. Cette stratégie a été élaborée dans le cadre du Programme de Renforcement de Capacités pour la Gestion de l'Environnement (PRCGE, 2010). Malgré tout le dispositif mis en place, force est de constater que ce phénomène reste toujours récurrent et préoccupant notamment dans les aires protégées (Afelu et al., 2016b). La maîtrise des brûlis est donc un aspect essentiel dans la gestion des aires protégées, car elle permet d'influer sur la diversité des formations végétales et leur répartition spatiale, et plus largement sur la diversité biologique.

La présente étude est une contribution à la gestion durable du PNFM. Spécifiquement, il s'agit d'évaluer la dynamique d'occupation du sol et d'occurrence du feu de végétation à partir des images satellites de type Landsat de 2000, 2014 et 2020.

2. MATERIELS ET METHODES

2.1 Description du Parc National Fazao Malfakassa (PNFM)

La présente étude est menée dans le Parc Nationale Fazao-Malfakassa (PNFM) situé entre 8° 20' et 9° 10' de latitude nord et entre 0° 36' et 1°11' de longitude est. Elle se localise dans la zone écologique II du Togo. Elle s'étend sur les préfectures de Tchaoudjo et de Sotouboua à l'est, la préfecture de la plaine du Mô à l'ouest et celle de Bassar au nord-ouest. La superficie est d'environ 192 000 ha (Figure 1). La création du PNFM remonte en 1975 suite au regroupement de la réserve de faune de Fazao (162 000 ha), classée par arrêté n° 425/51/EF du 15 avril 1951 et celle de Malfakassa (30 000 ha) classée par arrêté n° 372/54/EF du 19 juin 1954 (UICN/PACO., 2008).

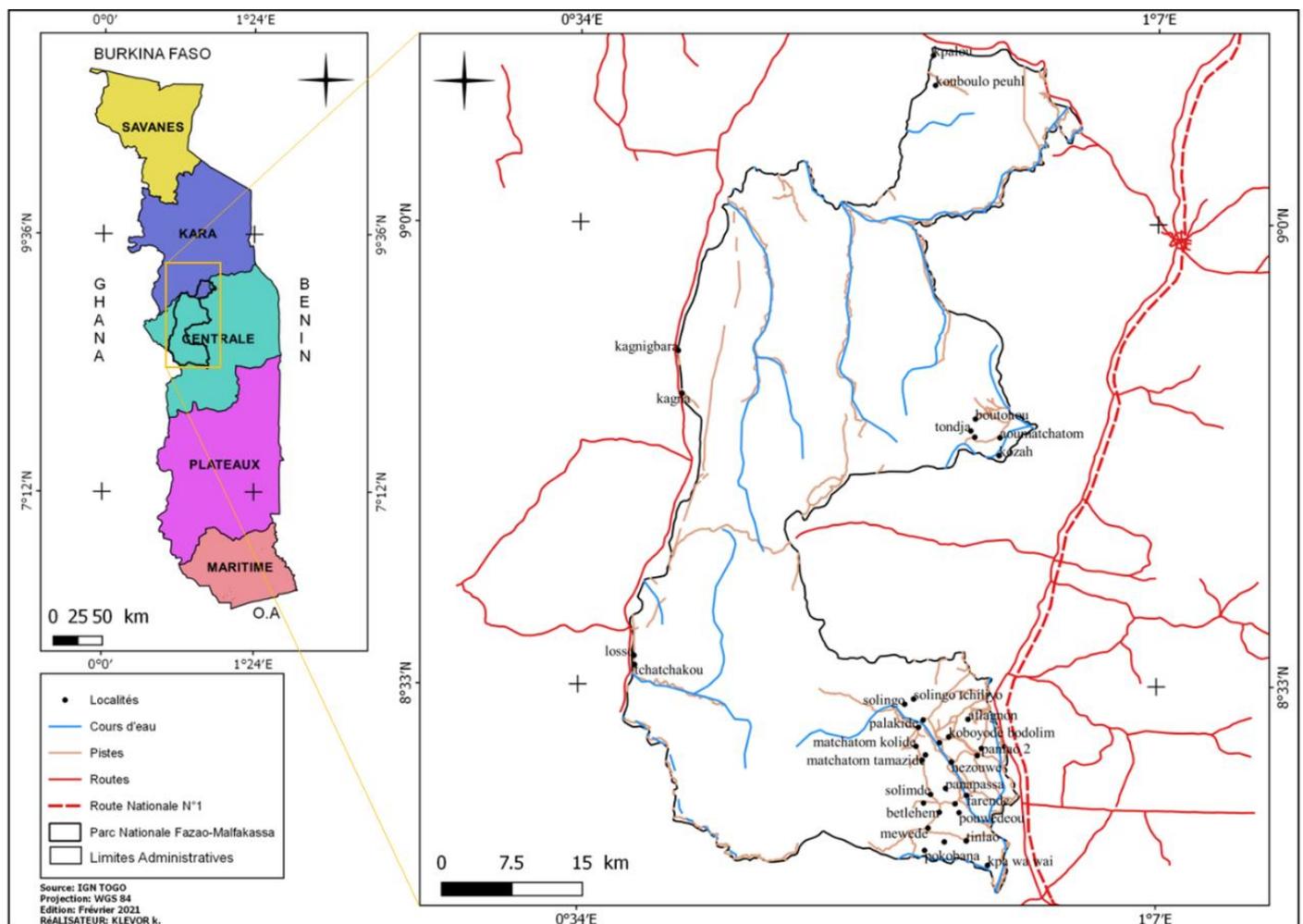


Fig. 1. Localisation du PNFM au Togo

2.2 Acquisition des images satellites

L'étude de la dynamique spatiale de la végétation et du feu de végétation dans le PNFM est basée sur l'interprétation d'image satellitaire. Des images de type Landsat d'une résolution spatiale de 30 m ont été téléchargées de la base de données de l'United States Geological Survey (<http://earthexplorer.usgs.gov>). Les images utilisées sont celles de Landsat ETM+ du 04 février 2000

et de Landsat 8 OLI du 06 mars 2014 et du 03 février 2020. Le choix de ces images est lié à leur qualité acceptable.

2.3 Classification des images

❖ Classification non supervisée des images

Préalablement à une mission de vérité terrain, une classification non supervisée de l'image de 2020 a été effectuée. Il s'est agi de la discrimination des unités d'occupation de sol à l'aide du logiciel ENVI 4.7 puis une pré-vérification à l'aide des images Google Earth Pro. La mise en page de cette carte d'occupation de sol et la définition des points de vérification de terrain se sont ensuite réalisées avec le logiciel QGIS 2.18.

❖ Classification supervisée

Suite aux vérifications de terrain et en se servant des points-vérité terrain, une classification supervisée a été réalisée à l'aide du logiciel ENVI 4.7. Il a été procédé premièrement à la combinaison des bandes pour disposer d'une image multi spectrale. Les bandes 2, 3 et 4 des images Landsat ETM+ et les bandes 3, 4 et 5 des images Landsat 8/OLI ont été combinées séparément pour créer les images multispectrales « Fausses couleurs » afin de mieux apprécier les états de la végétation des années 2000, 2014 et 2020. La composition colorée en « Fausses couleurs » offre une meilleure discrimination des pixels et la meilleure forme de visualisation des signatures spectrales. Elle est utilisée pour l'identification des unités d'occupation et d'utilisation des sols. Ensuite, dans le processus de classification, le logiciel à travers l'algorithme de classification ISODATA crée une classification bien définie de points de données dans laquelle chaque pixel est affecté à une et une seule classe (Atakpama et al., 2023a). Cet algorithme produit un meilleur résultat pour une cartographie visant une nomenclature simple de type forêt/non-forêt (Souza Jr et al., 2003). Pour améliorer la netteté de l'image traitée, trois (3) opérations de filtrage (tamisage des classes, « Sieves classes » pour éliminer les pixels isolés; Regroupement des classes, « Clump classes » pour homogénéiser les classes et Majorité/minorité/analysis, « Majority/minority/analysis » pour lisser les classes après l'opération de regroupement des classes) ont été appliquées à l'image classifiée. Le même processus est fait pour la détermination des zones brûlées. Ici, les bandes 5-6-7 sont combinées. Le processus a permis de ressortir les zones brûlées (en bleue) des autres types d'occupation de sol.

La détection des différentes catégories d'occupation du sol et du feu à partir des seules images satellites est difficile, c'est pourquoi il est nécessaire de s'appuyer sur des données terrain (Sarr, 2009). La vérité terrain a pour but de reconnaître et de définir les éléments paysagers de la zone d'étude et d'effectuer des relevés de points GPS représentatifs de chaque classe d'occupation du sol précédemment définie. Par conséquent, la classification supervisée automatique a été couplée à 88 points de vérité terrain et les images Google Earth pour la vérification et la validation de la classification.

Après validation de la classification supervisée, les images traitées ont été converties en format vecteur (shp). Elles ont été ensuite importées et mise en page dans le logiciel QGIS 2.18. Les superficies des différentes classes ont été calculées à des fins d'analyse.

3. RÉSULTATS

3.1. Dynamique de l'occupation du sol dans le PNFM entre 2000, 2014 et 2020

L'occupation du sol en 2000 montre que les forêts sèches/galeries représentaient 8 % du parc. Les savanes représentaient, à elles seules, 68 % (Tableau 2). Cela indique une dominance de ce faciès qui était dans la partie septentrionale (Nord) du Parc. Les forêts claires et forêts sèches/galeries forestières se retrouvent en particulier dans la partie sud. Les formations anthropogènes, les champs et les jachères (11,39 %) se remarquent dans la partie sud-est et nord-est du Parc. Les agglomérations sont absentes (Figure 2).

De 2000 à 2014, on observe une nette régression des forêts sèches/galeries forestières, une légère augmentation des forêts claires/savanes boisées et champs/jachères (Figure 2). Cependant, on constate la présence des habitations qui se retrouvent dans la partie sud-Est et nord-Est du Parc traduisant ainsi une conversion des espaces cultivés en espaces habitables (353,09 ha) (Tableau 2). On observe également une recolonisation plus ou moins de la partie septentrionale par les forêts claires et champs/jachères.

En 2020, la dégradation est encore plus poussée. On remarque une augmentation des savanes arborées/arbustives (45,72 %), des habitations (424,35 ha) et forêts sèches (12,22 %) au détriment des forêts claires et savanes boisées. Les habitations sont principalement localisées dans la partie sud-est et au Nord-Est du Parc (Figure 5).

Entre 2014 et 2020, à part les champs/jachères et la savane boisée ont connu une régression, par contre les autres classes d'occupation du sol ont augmenté. La progression est de l'ordre de 3,36 %, 0,18 %, 67,94 %, 14,34 % respectivement pour les agglomérations, les forêts claires, les forêts sèches/galeries et les savanes arborées/arbustives (Tableau 2).

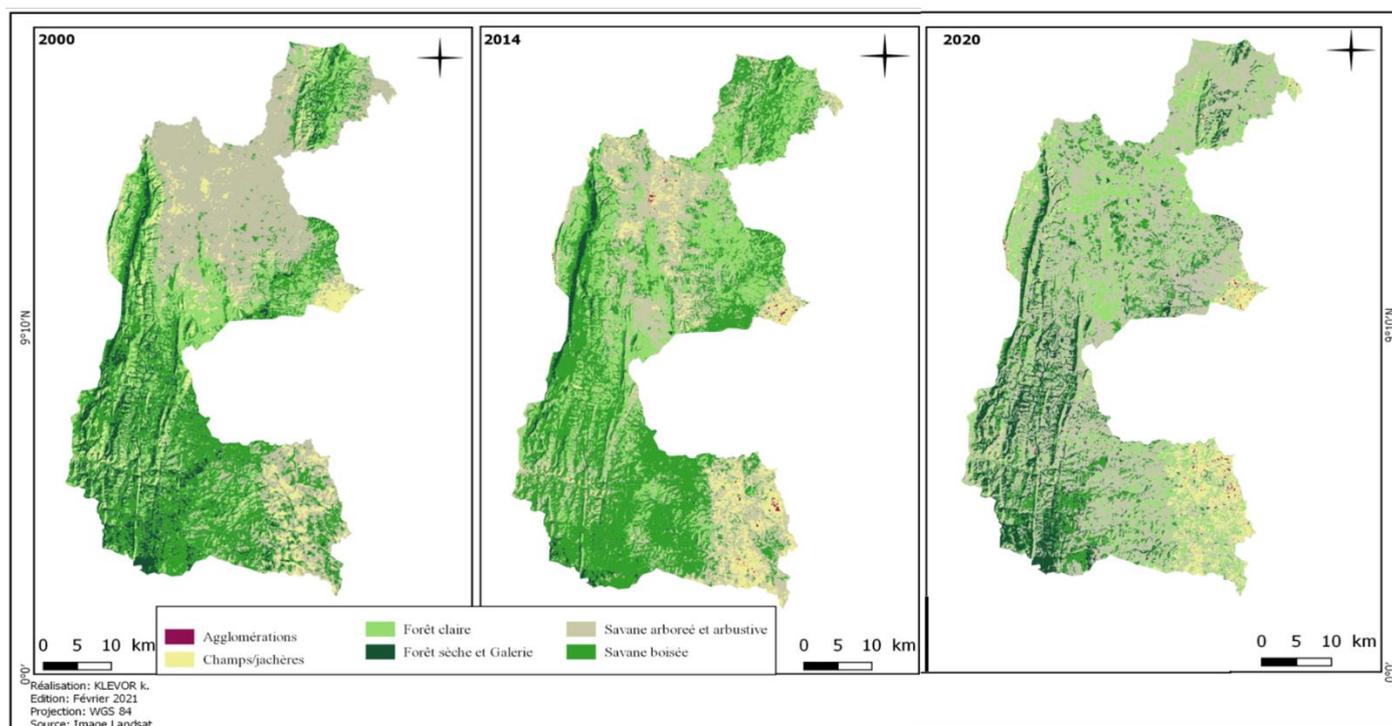


Fig. 2 : Occupation du sol 200, 2014 et 2020 du PNFM

D’une façon générale, les changements d’utilisation du sol de 2000 à 2020 sont caractérisés par une augmentation des superficies de forêts sèches/galeries, forêts claires, savanes arborées/arbustives, champs/jachères et agglomérations ; Cela serait due un contrôle accru dans le parc. Également, les efforts d'aménagements ont certainement contribué à la protection du parc. Malheureusement les zones anthropisées ont connu une progression significative entre cette même période d’où une diminution des superficies des savanes boisées avec un taux de régression annuel de 3,35 %. Les actions anthropiques (feu de brousse, activités agricoles, chasses, coupes de bois) et les causes climatiques seraient à l’origine de cette régression.

Tableau 2 : Évolution des unités d’occupation du sol entre 2000, 2014 et 2020

Unités d'occupations	Superficies						Taux d'évolution (%)		
	2000		2014		2020		2000-2014	2014-2020	2000-2020
	Ha	%	Ha	%	Ha	%			
FSG	15582,68	8,12	4622,01	2,41	23462,20	12,22	-5,02	67,94	2,53
FC	24661,15	12,84	31358,09	16,33	31701,64	16,51	1,94	0,18	1,43
SAA	71584,6	37,28	47175,30	24,57	87774,57	45,72	-2,44	14,34	1,13
SB	58295,25	30,36	76521,88	39,86	19199,58	10,00	2,30	-12,48	-3,35
CJ	21876,32	11,39	31969,63	16,65	29437,66	15,33	3,30	-1,32	1,73
AGG	0,00	0,00	353,09	0,18	424,35	0,22	0,00	3,36	0,00

AGG = Agglomérations, CJ = Champs/Jachères, FC = Forêts claires ; FSG = Forêts sèches/Galeries, SAA = Savanes arborées/arbustives ; SB= Savanes boisées.

3.2 Dynamique des feux de végétation dans le PNFM de 2000, 2014 à 2020

L’analyse des surfaces brûlées entre 2000 et 2020 montre en général une importante augmentation des feux de végétation dans le Parc. La superficie des zones non brûlées a diminué par rapport à la superficie des zones brûlées qui a considérablement augmenté. La zone brûlée dans les années 2000 représente 7,47 % de la superficie totale du « Parc » comparée à celle de 2014 qui est de 22,77 %. On note par conséquent une progression de 14,63 %. Ces feux ont aussi augmenté de 2014 à 2020 soit une progression de 25,27 %. En 2020, les surfaces brûlées ont atteint 110 005,35 ha dans le parc soit 57,29 % de la superficie totale (Tableau 3). Ainsi au fil du temps, on remarque que la partie Sud-Est et Nord-Est du « Parc » est beaucoup plus affectée par les feux de végétation. Les analyses montrent que c’est presque l’ensemble du parc qui est affecté avec une concentration de feu dans le sud-est et le centre du côté nord et est du PNFM (Figure 3).

Tableau 3 : Évolution des surfaces brûlées entre 2000, 2014 et 2020

Feux de végétation	Superficie						Taux d'évolution (%)		
	2000		2014		2020		2000-2014	2014-2020	2000-2020
	Ha	%	Ha	%	Ha	%			
Zone brûlée	14341,35	7,47	43714,73	22,77	110005,35	57,29	14,63	25,27	33,35
Zone non brûlée	177658,65	92,53	148285,27	77,23	81994,65	42,71	-1,18	-7,5	-2,69

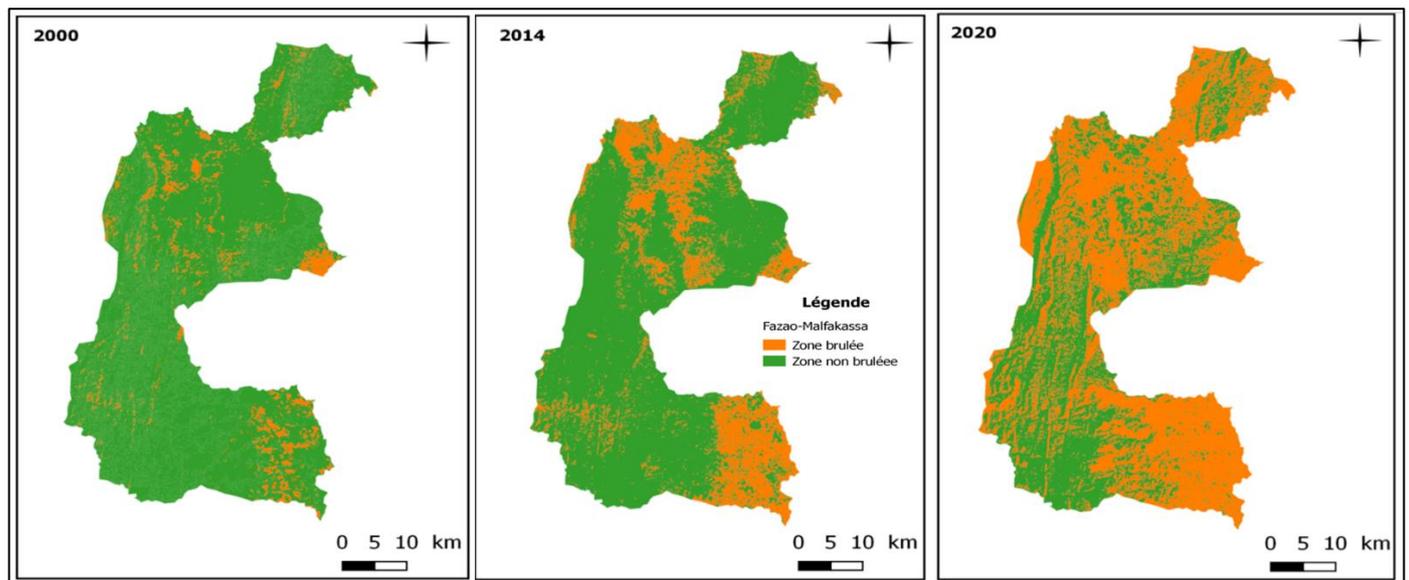


Fig. 3 : Évolution spatio-temporelle des surfaces brûlées du PNFM

4. DISCUSSION

Une analyse des facteurs anthropiques et climatiques de l'évolution de la couverture végétale dans le Parc National Fazaou-Malfakassa (PNFM) au Togo de 2000 à 2014 montre une régression des savanes arborées/arbustives et forêts sèches/galleries tandis que les superficies des forêts claires, savanes boisées, champs/jachères et agglomérations ont connu une progression. Plusieurs facteurs peuvent expliquer ces changements. Tout d'abord, les activités humaines telles que l'exploitation forestière et les feux de végétation ont joué un rôle majeur dans la dégradation de la couverture végétale, corroborant les conclusions de (Kokou et al., 2006 ; Akpoto et al., 2015 ; Kombate et al., 2020 ; Hlovor et al., 2021). De plus, l'augmentation des champs/jachères et des zones anthropisées est attribuée à une gestion moins contrôlée du parc à partir des années 2000, favorisant les activités illégales. Des études similaires menées par Folega et al. (2015) et Hlovor et al. (2021) dans la Région des Plateaux sur la chaîne de l'Atakora, ainsi que par Polo-Akpisso et al. (2016) dans le Park Oti-Kéran-Mandouri, ont également mis en évidence une dégradation des couvertures forestières due aux actions anthropiques.

Sur la période 2014 à 2020, l'expansion des formations végétales, notamment des forêts sèches/galleries, des forêts claires et des savanes arborées/arbustives, peut être attribuée aux mesures de contrôle mises en place par les services forestiers et le gouvernement. Ces efforts ont contribué à la préservation et à la restauration des écosystèmes. Cependant, la progression des zones anthropisées dans cette même période souligne les défis persistants liés à la gestion du parc. Les activités illégales et l'expansion des agglomérations représentent des menaces pour l'intégrité écologique de la réserve. Les résultats sont cohérents avec ceux de Atsri et al. (2018b) dans le PNFM, soulignant une tendance similaire de changement d'affectation des terres en réponse à l'évolution de la gestion du parc au fil du temps.

Les résultats de l'évaluation des surfaces brûlées mettent en évidence une tendance à la hausse des feux de végétation dans le PNFM au cours de la période étudiée. L'augmentation des feux de végétation dans le PNFM soulève des préoccupations quant à l'impact sur la biodiversité et les écosystèmes de la réserve. Cette augmentation de l'incidence du feu de végétation dans le PNFM a

été précédemment relevé par (Koumoui, 2019). L'augmentation du feu de végétation est également relevée de façon globale à l'échelle du pays et au sein des aires protégées du Togo (Atakpama et al., 2023a ; Afelu et al., 2016a). La seule aire protégée ayant une dynamique régressive du feu de végétation au Togo reste la réserve de faune d'Abdoulaye (Atakpama et al., 2021). Les analyses spatiales révèlent que la partie sud-est et nord-est du parc est particulièrement affectée, suggérant la nécessité de mesures de prévention et de gestion spécifiques pour ces zones. Les raisons de cette augmentation peuvent être multifactorielles, allant de pratiques agricoles traditionnelles à des changements dans les régimes de précipitations et les schémas climatiques (Atakpama et al., 2023a).

5. CONCLUSIONS

Cette étude met en évidence les changements significatifs dans la couverture végétale du Parc National Fazao-Malfakassa (PNFM) au Togo entre 2000 et 2020 grâce aux images satellites de type Landsat. Les résultats soulignent l'impact significatif des activités humaines, telles que l'exploitation forestière et les feux de végétation, ainsi que les changements climatiques, sur la dégradation de la couverture végétale. Les mesures de contrôle mises en œuvre par les services forestiers et le gouvernement ont eu un impact positif sur la préservation des formations végétales. Cependant, l'expansion des zones anthropisées souligne l'importance de renforcer les efforts de conservation et de gestion pour assurer la durabilité à long terme de cette réserve naturelle essentielle. Pour les feux de végétation dans le parc, les résultats montrent que c'est presque l'ensemble du parc qui est affecté avec une concentration de feu dans le sud-est et le centre du côté nord. Il est impératif de mettre en œuvre des stratégies de gestion proactive pour atténuer les effets des incendies et préserver l'intégrité écologique de cette réserve précieuse.

4. REMERCIEMENT

Les auteurs remercient le Ministère des Ressources Forestières et les agents du Ministère de l'Environnement et les Ingénieurs des travaux qui ont contribué à la collecte des données. Merci aussi aux évaluateurs pour la contribution à l'amélioration du manuscrit.

5. FINANCEMENT

Cette étude a reçu le financement Programme d'appui à la lutte contre le changement climatique au Togo (PALCC-AMCC+ Togo) sur financement de l'Union européenne.

6. RÉFÉRENCES

- Afelu, B. ; Djongon, K.A. & Kokou, K. (2016a). Dynamique spatiotemporelle des feux de végétation au Togo (Afrique de l'Ouest). *European Scientific Journal*, 12, pp.1-18.
- Afelu, B. ; Fontodji, K. & Kokou, K. (2016b). Impact des feux sur la biomasse dans les savanes guinéo-soudaniennes du Togo. [VertigO] *La revue électronique en sciences de l'environnement*, 16.
- Akpoto, K. ; Kokutsè, A. ; Radji, R. ; Adjonou, K. & Kokou, K. (2015). Impact of Small-Scale Logging in Semi Deciduous Forest of Togo (West Africa). *J Biodivers Manage Forestry* 4: 1. of, 6, pp.2.
- Assou, D. ; D'Cruze, N. ; Kirkland, H. ; Auliya, M. ; Macdonald, D.W. & Segniagbeto, G.H. (2021). Camera trap survey of mammals in the Fazao-Malfakassa National Park, Togo, West Africa. *African Journal of Ecology*, 59, pp.583-596.

- Atakpama, W. ; Agbetanu, K.M.W. ; Atara, L.L. ; Biaou, S. ; Batawila, K. & Akpagana, K. (2021). Biodiversité et gestion des feux de végétation dans la réserve de faune d'Abdoulaye au Togo. *Rev. Sci. Technol., Synthèse*, 27, pp.51-64.
- Atakpama, W. ; Egbelou, H. ; Yandja, M. ; Kombate, B. ; Afelu, B. ; Batawila, K. & Akpagana, K. (2023a). Vulnérabilité de la flore de la Forêt Classée de Missahohoe au feu de végétation. *Annale de la Recherche Forestière en Algérie*, 13, pp.37-53.
- Atakpama, W. ; Kombate, B. ; Klevator, K.J.A. ; Folega, F. ; Batawila, K. & Akpagana, K. (2023b). Feu de végétation et diversité des formations végétales du Parc National Fazao-Malfakassa au Togo. *Rev Écosystèmes et Paysages*, 03, pp.48-65.
- Atsri, H.K. ; Abotsi, K.E. & Kokou, K. (2018a). Enjeux écologiques de la conservation des mosaïques forêt-savane semi-montagnardes au centre du Togo (Afrique de l'Ouest). *Journal of Animal & Plant Sciences*, 38, pp.6112-6128.
- Atsri, H.K. ; Abotsi, K.E. ; Kokou, K. ; Dendi, D. ; Segniagbeto, G.H. ; Fa, J.E. & Luiselli, L. (2020a). Ecological challenges for the buffer zone management of a West African National Park. *Journal of Environmental Planning and Management*, 63, pp.689-709.
- Atsri, H.K. ; Kokou, K. ; Abotsi, K.E. ; Kokutse, A.D. & Cuni-Sanchez, A. (2020b). Above-ground biomass and vegetation attributes in the forest-savannah mosaic of Togo, West Africa. *African Journal of Ecology*, 58, pp.733-745.
- Atsri, H.K. ; Konko, Y. ; Cuni-Sanchez, A. ; Abotsi, K.E. & Kokou, K. (2018b). Changes in the West African forest-savanna mosaic, insights from central Togo. *PloS one*, 13, pp.e0203999.
- Folega, F. ; Woegan, Y.A. ; Marra, D. ; Wala, K. ; Batawila, K. ; Seburanga, J.L. ; Zhang, C.-y. ; Peng, D.-l. ; Zhao, X.-h. & Akpagana, K. (2015). Long term evaluation of green vegetation cover dynamic in the Atacora Mountain chain (Togo) and its relation to carbon sequestration in West Africa. *Journal of Mountain Science*, 12, pp.921-934.
- Grégoire, J. & Simonetti, D. (2008). Dynamique des brûlis dans les aires protégées du réseau SUN (Bénin, Burkina Faso, Niger et Sénégal). *JRC Scientific and Technical Research series*, 48829.
- Hlovor, A.K.D. ; Adjonou, K. ; Dangbo, F.A. ; Abotsi, K.E. ; Afelu, B. & Kokou, K. (2021). Dynamique du couvert forestier dans la partie méridionale des Monts Togo, Afrique de l'Ouest. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 37, pp.3006313.
- Kamou, H. ; Gbogbo, K.A. ; Yorou, N.S. ; Nadjombe, P. ; Abalo-Loko, A.G. ; Verbeken, A. ; De Kesel, A. ; Batawila, K. ; Akpagana, K. & Guelly, A.K. (2017). Inventaire préliminaire des macromycètes du Parc National Fazao-Malfakassa du Togo, Afrique de l'Ouest. *Tropicultura*, 35, pp.275-287.
- Kamou, H. ; Nadjambe, P. ; Guelly, K. ; Yorou, S. ; Maba, L. & Akpagana, K. (2015). Les Champignons sauvages comestibles du Parc National Fazao-Malfakassa (PNFM) au Togo (Afrique de l'Ouest): diversité et connaissances ethnomycologiques. *Agronomie Africaine*, 27, pp.37-46.
- Kana, C.E. & Etouna, J.E. (2006). Apport de trois méthodes de détection des surfaces brûlées par imagerie Landsat ETM+: application au contact forêt-savane du Cameroun *Cybergeo*, 20, pp.1-16.

- Kokou, K. ; Atato, A. ; Bellefontaine, R. ; Kokuste, A.D. & Caballé, G. (2006). Diversité des forêts denses sèches du Togo (Afrique de l'Ouest). *Rev. Ecol. Terre Vie*, 61, pp.225-246.
- Kombate, B. ; Dourma, M. ; Folega, F. ; Atakpama, W. ; Wala, K. & Akpagana, K. (2020). Spatio-temporal dynamics and habitat fragmentation within a central region of Togo. *Agricultural Science Research Journal*, 10, pp.291 – 305.
- Konko, Y. ; Afelu, B. & Kokou, K. (2021). Potentialité des données satellitaires Sentinel-2 pour la cartographie de l'impact des feux de végétation en Afrique tropicale : application au Togo. *Bois et Forêts des Tropiques*, 347, pp.59-75.
- Koumoui, Z. (2019). Suivi des feux de végétation dans le parc national Fazao Malfakassa et ses terroirs riviérains par imagerie satellitaire modis et landsat. *Revue des Sciences de l'Environnement*, 1, pp.125-142.
- MERF/PRAPT (2018). Plan d'Aménagement et de Gestion du Parc National Fazao-Malfakassa Période : 2018-2027.
- Polo-Akpisso, A. ; Wala, K. ; Ouattara, S. ; Foléga, F. & Tano, Y. (2016). Changes in land cover categories within Oti-Kéran-Mandouri (OKM) complex in Togo (West Africa) between 1987 and 2013. In *Implementing Climate Change Adaptation in Cities and Communities*: Springer, Pp.3-21.
- PRCGE (2010). Stratégie nationale de gestion des feux de végétation Lomé: Programme de Renforcement de Capacité pour la Gestion de l'Environnement. Lomé, Togo: MERF,
- Sarr, M.A. (2009). Cartographie des changements de l'occupation du sol entre 1990 et 2002 dans le nord du Sénégal (Ferlo) à partir des images Landsat. *Cybergeo: European Journal of Geography*.
- Souza Jr, C. ; Firestone, L. ; Silva, L.M. & Roberts, D. (2003). Mapping forest degradation in the Eastern Amazon from SPOT 4 through spectral mixture models. *Remote sensing of environment*, 87, pp.494-506.
- TCN (2015). Troisième communication nationale sur les changements climatiques. Ministère de l'Environnement et des Ressources Forestières (Togo), pp.160.
- UICN/PACO. (2008). Evaluation de l'Efficacité de la Gestion des Aires Protégées du Togo.
- Woegan, Y.A. (2011). Diversité des formations végétales ligneuses du Parc national de Fazao-Malfakassa et de la réserve d'Aledjo (Togo). *Acta Botanica Gallica*, 158, pp.445-449.
- Woegan, Y.A. ; Akpavi, S. ; Dourma, M. ; Atato, A. ; Wala, K. & Akpagana, K. (2013). Etat des connaissances sur la flore et la phytosociologie de deux aires protégées de la chaîne de l'Atakora au Togo: Parc National Fazao-Malfakassa et Réserve de Faune d'Alédjo. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 7, pp.1951-1962.

7. TERMES CLES ET DÉFINITIONS

Ecosystème : est un système écologique constitué d'organismes vivants, de leur environnement physique et des interactions complexes qui se produisent entre eux.

Feu de végétation : est un incendie qui se propage à travers des zones contenant principalement de la végétation, comme des forêts, des broussailles ou des prairies.

Dégradation : est une altération ou une détérioration progressive de la santé et de la vitalité d'un écosystème forestier.

Déforestation : est le processus par lequel une forêt ou une grande partie de celle-ci est délibérément abattue, éliminée ou dégradée de manière permanente.