



ANTHROPISATION DES PAYSAGES NATURELS DES AIRES PROTEGEES AU BENIN : CAS DE LA FORET CLASSEE DE L'ALIBORI SUPERIEUR (FC-AS)

ANTHROPIZATION OF NATURAL LANDSCAPES PROTECTED AREAS IN BÉNIN: CASE STUDY OF THE CLASSIFIED FOREST OF UPPER ALIBORI (FC-AS)

| **Adi Mama** ^{1*} | **Madjidou Oumorou** ² | **Brice Sinsin** ¹ | **Charles de Canniere** ³ | et | **Jan Bogaert** ⁴ |

¹. Laboratoire d'Ecologie Appliqué (LEA) | Ecole d'aménagement et de Gestion de l'Environnement | Université d'Abomey-Calavi, 01BP526 Jéricho | Cotonou, Bénin.

². Laboratoire de Recherche en Biologie Appliquée (LARBA) | Département de Génie de l'Environnement (GEn) | Université d'Abomey-Calavi, 01BP526 Jéricho | Cotonou, Bénin |

³. Ecole Interfacultaire de Bioingénieurs | Faculté des Science | Campus de la Plaine - CP 260 | Université Libre de Bruxelles | Belgique |

⁴. Biodiversité et Paysages, Gembloux Agro-Bio Tech | Université de Liège | Belgique |

| Received June 22, 2020 |

| Accepted July 26, 2020 |

| Published August 05, 2020 |

| ID Article | Eugene-Ref7-ajira220720 |

RESUME

Introduction : Les écosystèmes naturels au Bénin subissent des changements rapides, mettant en exergue des paysages fragmentés et anthropisés. Les aires protégées à l'instar de celle de la Forêt Classée de l'Alibori Supérieur (FC-AS) ne sont pas épargnées. Cette perturbation est surtout liée à l'homme. **Objectif :** La fragmentation et l'anthropisation des paysages naturels de la forêt classée de l'Alibori supérieur ont été évaluées en vue d'une gestion durable de la biodiversité par les administrations forestière et territoriale. **Méthodologie :** La géomatique, les indices d'écologie du paysage et les enquêtes sur la perception locale de la dégradation du paysage ont été utilisés. Dix classes d'occupation du sol ont été cartographiées à partir des images Landsat des années 1990, 2013 et 2018. **Résultats :** L'évolution spatiale du paysage fait ressortir une dynamique régressive des formations forestières, des formations savanicoles au profit surtout des champs et jachères. Entre 1990 et 2018, la FC-AS a subi deux processus majeurs de transformation spatiale (la fragmentation et la création). Les valeurs de l'indice de perturbation du paysage permettent de conclure l'existence d'une anthropisation. **Conclusion :** L'analyse de la dynamique paysagère de la FC-AS montre que l'ensemble des formations naturelles font de plus en plus place aux formations anthropiques (champs-jachères, agglomération et sols nus). Ainsi, durant 28 ans, les classes d'occupation du sol ont subi des transformations spatiales de fragmentation et d'anthropisation conduisant inexorablement vers un déclin de la biodiversité. Des actions très fortes visant une meilleure gestion des ressources naturelles s'imposent afin d'assurer le rôle de conservation de la FC-AS. Les techniques et indices calculés sont robustes et applicables sur d'autres paysages afin de renforcer la surveillance et la mise en place d'un système de suivi écologique à partir de la télédétection et d'un système d'information géographique.

Mots clés : Géomatique, Ecologie du paysage, Fragmentation, anthropisation, Forêt classée de l'Alibori supérieur, Bénin.

ABSTRACT

Background: Natural ecosystems in Benin are undergoing rapid change, highlighting fragmented and anthropized landscapes. Protected areas such as the Upper Alibori Classified Forest (FC-AS) are not spared. This disturbance is mostly man-related. **Objectives:** The fragmentation and anthropization of the natural landscapes of the classified forest of upper Alibori have been assessed for the sustainable management of its biodiversity by the forest and territorial administrations. **Methodology:** Geomatics, landscape ecology indicators and surveys of local perceptions of landscape degradation were used. **Results:** Ten land-use classes were mapped using landsat images from 1990s, 2013 and 2018. The spatial evolution of the landscape shows a dynamic regression of forest and savannah landscape and their progressive replacement by cropped lands and fallows. Between 1990 and 2018, the forest underwent two major spatial transformation processes (fragmentation and creation). The values of the landscape disturbance index allow concluding of the existence of anthropization. **Conclusion:** Analysis of the dynamic of forest's landscape shows that natural classes are increasingly being replaced by anthropogenic landscape. Thus, for 28 years, the forest's land occupation underwent spatial fragmentation and anthropization that inexorable expose the forest to decline biodiversity. Very strong actions aim at better management of natural resources is require for the preservation of the forest. Techniques used and indicators calculated are relevant and applicable to other landscapes towards the strengthening of the forest monitoring, and the establishment of remote sensing and GIS based ecological monitoring system.

Keywords: Geomatics, Landscape Ecology, Fragmentation, Anthropization, Upper Alibori Classified Forest, Benin.

1. INTRODUCTION

La précarité des conditions environnementales des milieux semi-arides est l'une des caractéristiques fondamentales qui fragilisent les paysages naturels. En Afrique subsaharienne, dans les systèmes traditionnels de production agricole, les enjeux de la conservation de la biodiversité floristique dépassent largement le cadre de la crise énergétique liée aux ressources naturelles ligneuses [15]. La dégradation de la diversité biologique se traduit en termes de

dégradation des sols avec les corollaires de perturbation du cycle de l'eau et des modifications sensibles des microclimats [14]. Au niveau des communautés locales, cette évolution des conditions naturelles correspond à une détérioration des conditions physiques de production. Le phénomène prend, de plus en plus, une ampleur critique dans la zone soudano-guinéenne où la combinaison de plusieurs facteurs de dégradation des paysages confère à ce processus une dynamique qui échappe aux méthodes conventionnelles de collecte et de traitement des données.

A l'instar des pays de l'Afrique de l'ouest, le Bénin subit depuis des décennies, une aridité des conditions climatiques [7] suivie des pressions de plus en plus galopantes et alarmantes sur les ressources naturelles. Les effets combinés du taux annuel d'accroissement démographique (3,93% entre 1990 et 2013 ; [17]) et les perturbations pluviométriques affectent le système bio-productif naturel et affectent par endroits, l'érosion des terres qui agit les systèmes de production adoptés suivant le milieu. Par rapport à la couverture forestière nationale, le Nord du Bénin concentre près de 92,5% des ressources naturelles grâce à la présence d'une série d'aires protégées (forêts classées, zones cynégétiques et parcs nationaux). Aussi, la zone septentrionale du Bénin, en dépit de sa faible densité de population (41,5 % en moyenne ; [17]) subit des changements rapides au niveau des écosystèmes naturels, mettant en exergue des paysages fragmentés et anthropisés.

Il urge de rechercher des solutions à la régression des paysages naturels en passant d'abord par une meilleure compréhension des mécanismes de dégradation des unités d'occupation du sol et évaluer son ampleur. Ce travail nécessite l'utilisation d'indicateurs capables de révéler les mutations spatio-temporelles observées. L'étude va s'appuyer sur le besoin crucial à la fois d'une évaluation quantitative et qualitative du couvert végétal et de l'indentification des changements rapides par les populations riveraines de la Forêt Classée de l'Alibori Supérieur au nord du Bénin. L'objectif principal de l'étude est d'identifier grâce à la géomatique et aux descripteurs quantitatifs d'écologie du paysage, le degré de perturbation des écosystèmes naturels protégés de cette forêt pour une meilleure gestion de la diversité biologique. Cette étude est sous-tendue par l'hypothèse selon laquelle la fragmentation et l'anthropisation sont le moteur de la dynamique du paysage observée de 1990 à 2018.

2. MATERIELS AND METHODES

2.1 Milieu d'étude:

La FC-AS a été créée par arrêté N° 6459 du 20 août 1955 par l'administration coloniale française. En fonction des objectifs de conservation des différentes réserves naturelles du Bénin, la FC-AS fait partie de la catégorie de celles dont, en plus de l'exploitation forestière et minière, la chasse est autorisée en utilisant uniquement les moyens traditionnels de chasse. La FC-AS se situe entre les 10°46'42.1" et 10° latitude Nord et les 2°24'50.47" et 2° de longitude Est (Figure 1). Sa superficie est d'environ 2577,3 km². Elle est arrosée essentiellement par les nombreux affluents de la rivière Alibori appartenant au bassin versant du fleuve Niger. Le climat est de type soudanien. La pluviosité moyenne annuelle oscille entre 800 et 1200 mm. Les sols proviennent du continental terminal (grès de Kandi) et du socle granito-gneissique. Le relief se présente généralement comme un plateau surmonté des sommets résiduels de 200 à 300 m d'altitude. La température varie entre 18°C et 38°C en moyenne surtout en saison sèche. Du point de vue agroécologique, la FC-AS appartient à la zone cotonnière du Nord-Bénin qui est à la fois le grenier vivrier et le centre de production par excellence du coton. Deux grands groupes sociolinguistiques constitués des Baatombu et des Peulhs vivent autour de cette forêt classée [17].

Les cartes topographiques au 1/200000 (NC-31-15 ; NC-31-21), des données ponctuelles géoréférencées à l'aide du GPS Garmin 62s ont servi comme des documents de base à la cartographie. Des enquêtes de terrain sur la base qu'un questionnaire préétabli sur l'utilisation et la gestion des ressources naturelles à l'intérieur de la FC-AS ont permis de recueillir particulièrement la perception des éleveurs, agriculteurs et autres acteurs sur la dégradation du paysage. Les logiciels ENVI 4.5, QGIS 2.18 et ArcGIS 10.3 ont été utilisés pour le traitement des images satellitaires et la cartographie des données.

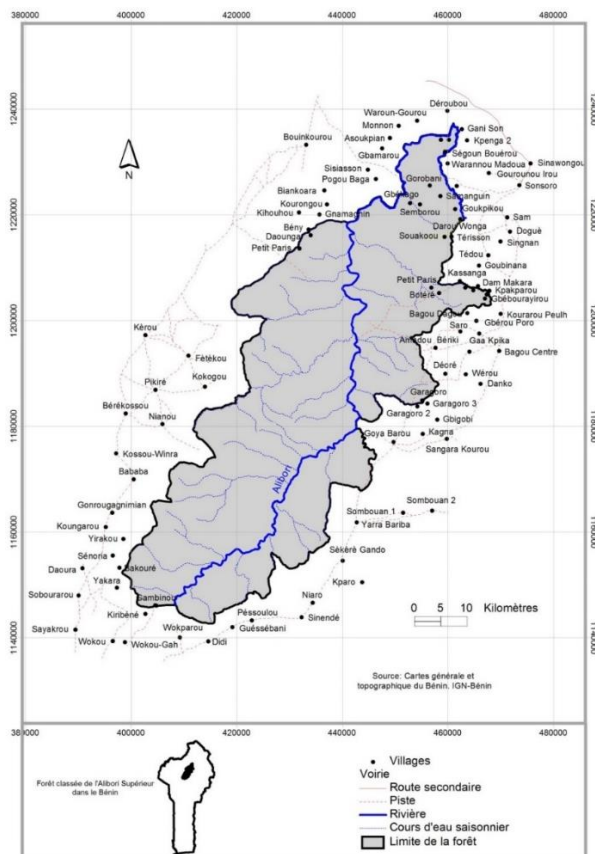


Figure 1 : Localisation de la Forêt Classée de l’Alibori Supérieur (FC-AS).

Tableau 1 : Spécification des données satellitaires utilisées.

Date d’acquisition	Capteur	Résolution	Path/Row	Format
01/02/1990	Landsat 5 TM	30*30m	192/052	GeoTIFF
			192/053	
09/02/2013	Landsat 8 OLI/TIRS	30*30m	192/052	GeoTIFF
			192/053	
06/02/2018	Landsat 8 OLI/TIRS	30*30m	192/052	GeoTIFF
			192/053	

2.2 Méthodes de traitement et d’analyse des images satellitaires:

2.2.1 Classification numérique des images :

Après les opérations de mosaïque des images qui a tenu compte de l’égalisation des radiométries des images voisines pour couvrir la zone d’étude et l’assemblage des images selon la meilleure ligne d’accordage [17]. Des compositions colorées en fausse couleur des images en mosaïque dans l’ordre chronologique 5-4-2 pour les images Landsat 8 OLI/TIRS et 4-3-2 en ce qui concerne Landsat 5 TM ont été réalisées. Les points échantillons géoréférencés correspondant à dix types d’occupation du sol (Sol nu, Forêt galerie, F. dense, F. claire, Savane boisée, S. arborée, S. arbustive, Champs et jachères, Agglomération et Plan d’eau) ont permis de reconnaître les différents groupes de pixels. Ces points échantillons géoréférencés ont été utilisés comme zones d’entraînement. Des classifications supervisées avec l’algorithme du « Maximum de vraisemblance » [1, 22] pour produire des fichiers raster classifiés.

2.2.2 Evaluation des classifications supervisées

L’évaluation de la qualité des différentes classifications supervisées corrigées après le contrôle terrain a été faite à partir des points identifiés sur chacune des classes d’occupation du sol de l’image de 2018. Des points de contrôle ont été géoréférencés à l’aide d’un récepteur GPS Garmin 62s au niveau de toutes les unités homogènes sur l’ensemble de la FC-AS. Deux visites de validation ont été effectuées afin de confirmer et reclassifier les résultats de l’interprétation des images satellitaires. Sur deux cent (200) points de contrôle échantillonnés, 196 se sont avérés correctement classés, soit une proportion de 98%. Deux indices ont permis de valider définitivement la précision des trois classifications supervisées à savoir : la précision globale et le coefficient de Kappa. Pour l’évaluation surtout de la

classification de l'image satellitaire Landsat de 1990, les reconnaissances « à dire d'acteurs » des personnes ressources (notables, éleveurs et chasseurs) ont été réalisées sur les différentes unités de végétation.

2.2.3 Restitution cartographique des images

La vectorisation des trois images classifiées a été effectuée, suivie de l'analyse spatiale à l'aide des logiciels Arc GIS 9.3 et QGIS 2.18. Un filtre de 8* 8 pixels a permis d'éliminer les pixels isolés dans les grandes taches. Trois cartes d'occupation du sol des années 1990, 2013 et 2017 comportant dix classes thématiques en sont suivies après un géotraitement en fonction du shapefile de la limite de la FC-AS. Ces différentes cartes ainsi que leur rasterisation et conversion en fichier de type Ascii ont facilité divers calculs statistiques sur des classes d'occupation du sol des trois années d'étude.

2.2.4 Analyses de fragmentation et de l'anthropisation

Afin de caractériser les rapports entre la structure spatiale du paysage et les processus écologiques en termes quantifiables [16], des indices de structure spatiale ont été calculés, à savoir : l'aire moyenne (a_j), l'aire totale (a_t), l'indice de dominance (D_j) défini comme le rapport entre l'aire de la plus grande tache de la classe d'occupation du sol et l'aire totale de la même classe [21], la densité des taches (D_t) qui est utilisée pour évaluer l'état de fragmentation du paysage, le périmètre total (p), le nombre de taches par classe d'occupation du sol (n) et la dimension fractale moyenne des taches (D_f) considérée comme indicateur du degré de perturbation des taches au sein d'une classe d'occupation du sol. L'indice de perturbation (U) défini comme le rapport de l'aire cumulative des classes anthropiques dans le paysage et de l'aire cumulative des classes naturelles [10] a été également calculé. Par ailleurs, l'arbre de décision de Bogaert *et al.*, (2004), basé essentiellement sur les principaux les éléments de la configuration du paysage que sont le nombre de taches, l'aire totale et le périmètre total a été appliqué pour identifier les processus de transformation spatiale des classes naturelles et anthropiques [10].

3. RESULTATS

3.1 Cartographie et changements spatio-temporels de la composition du paysage

Dix classes d'occupation des sols ont été cartographiées (Figure 2) à partir du traitement de séries temporelles d'images satellitaires de type Landsat des années 1990, 2013 et 2018. L'analyse des résultats de la performance des images classifiées donne respectivement 93%, 84%, 85% de précisions globales. Les coefficients de Kappa ont été respectivement de 77%, 81% et 78% pour les trois périodes considérées pour l'étude. L'évolution spatiale du paysage de la FC-AS fait ressortir globalement une dynamique régressive des formations forestières (Fg, Fd et Fc). Les formations savanicoles (Sb, Sa et Sar) ont connu une régression spatiale au profit des champs et jachères, sols nus et des agglomérations.

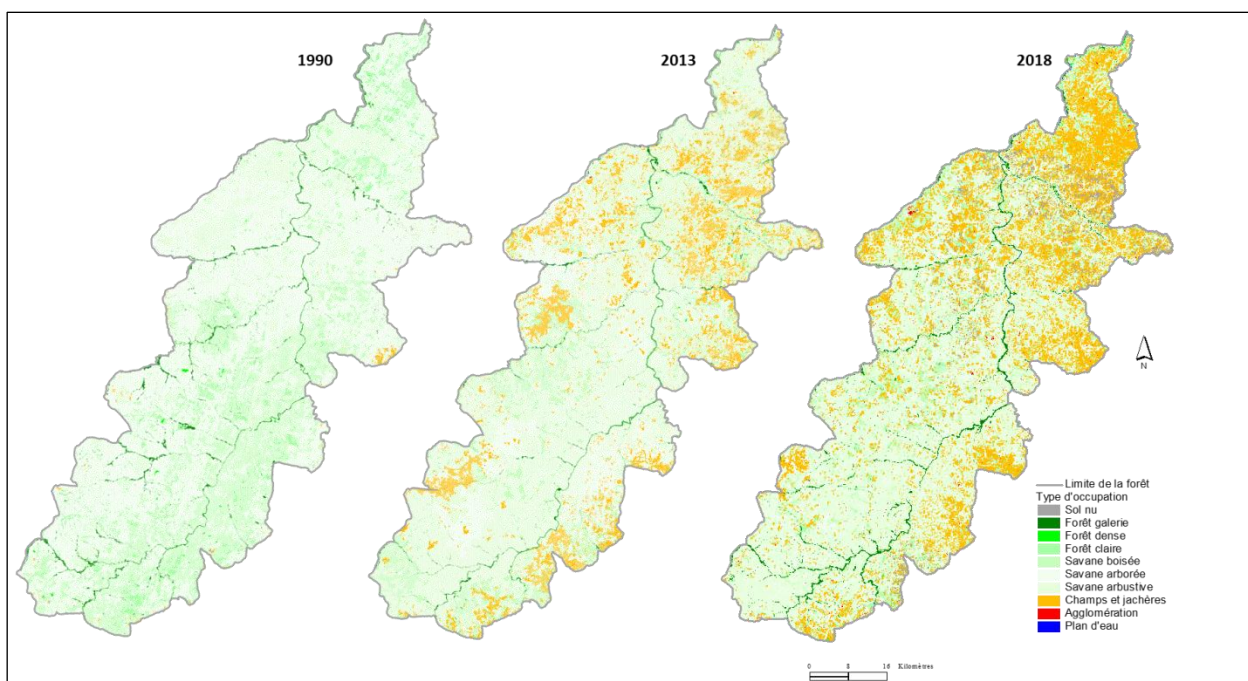


Figure 2. Occupation du sol des paysages de la FC-AS.

3.2 Dynamique de la structure spatiale

Entre 1990 et 2013, la classe « Fg » a subi un accroissement de nombre de taches, une diminution de l'aire totale et du périmètre des classes d'occupation du sol (Tableau 1). Sur la base de la valeur de $t_{\text{observé}} (a_{2013} / a_{1990}) = 0,6$ supérieur au seuil $t = 0,5$, que le processus de transformation spatiale dominant était la dissection. Quant à la classe « Fd », l'augmentation du nombre, de l'aire et du périmètre des taches suggère un processus de création des taches. Par contre, la suppression est le processus de transformation spatiale dominant pour la classe « Fc ».

Tableau 2. Nombre de taches (n), aire (a) et périmètre (p) des classes d'occupation du sol (Gridcode) de 1990, 2013 et 2018. Sn = Sol nu, Fg = Forêt galerie, Fd = Forêt dense, Fc = Forêt claire, Sb = Savane boisée, Sa = Savane arborée, Sar = Savane arbustive, Cj = Champs et jachères, Ag = Agglomération et Pe = Plan d'eau.

Gridcode	n ₁₉₉₀	n ₂₀₁₃	n ₂₀₁₈	a ₁₉₉₀ (km ²)	a ₂₀₁₃ (km ²)	a ₂₀₁₈ (km ²)	P ₁₉₉₀ (km)	P ₂₀₁₃ (km)	P ₂₀₁₈ (km)
	371	1278	17785	3,3	2,5	54,0	221,1	301,8	4020,5
Sn									
Fg	3501	4078	4397	57,1	37,1	52,5	3355,8	2247,9	2014,5
Fd	2242	4874	2337	8,5	9,7	6,1	916,6	1292,3	486,2
Fc	18908	11633	13747	158,6	39,9	53,6	11319,8	3895,1	3418,7
Sb	15022	18305	36155	589,5	301,2	288,6	22148,2	12503,0	13391,1
Sa	14498	23423	43262	1381,5	583,1	406,8	32459,5	21147,2	18361,4
Sar	15723	6401	27861	368,8	1215,6	1104,5	16045,0	20722,1	27718,9
Cj	856	13305	36798	9,2	383,5	602,1	562,1	16699,2	19002,4
Ag	56	2082	3866	0,1	3,5	7,7	21,1	542,2	663,0
Pe	418	659	566	0,7	1,1	1,4	133,1	158,7	128,1
Total	71595	86038	186774	2577,3	2577,3	2577,3	87182,2	79509,6	89204,8

Les savanes boisée « Sb » et arborée « Sa » ont subi une dégradation entre 1990 et 2013. Leur nombre de taches a augmenté tandis que les aires ont régressé. La comparaison des valeurs de $t_{\text{observé}}$ permet de conclure que la « Sb » a connu une dissection ($t_{\text{observé}} = 0,5$) tandis que la classe « Sa » est fragmentée ($t_{\text{observé}} = 0,4$ inférieur $t_{\text{seuil}} = 0,5$). Les classes anthropiques à savoir : « Cj », « Ag » ont connu, pendant la même période, des accroissements du nombre de taches suivi d'une augmentation des aires et des périmètres. Cela illustre un processus de création de nouvelles taches.

Entre 1990 et 2018, la FC-AS a subi deux processus majeurs de transformation spatiale des classes d'occupation des sols. Il s'agit de la fragmentation et de la création de nouvelles taches dans le paysage. Les classes de « Fc », de « Sb », de « Sa » ont subi une fragmentation sur la base des valeurs respectives de $t_{\text{observé}}$ égale à 0,33 ; 0,49 et 0,29. Par contre, la classe « Fg » avec une valeur de $t_{\text{observé}} = 0,72$ supérieure au $t_{\text{seuil}} = 0,5$ est caractérisée par une dissection. Trois classes d'occupation du sol naturel que sont « Fg », les « Sar » et les « Pe » ont connu une multiplication de leur nombre de taches et d'une diminution de l'aire totale entre 1990 et 2018. La création de nouvelles taches a été le processus de transformation spatiale ayant caractérisé les classes anthropiques (Cj , Ag).

3.3 Evaluation de la structure paysagère

La tendance à la fragmentation et à l'anthropisation est confirmée à l'échelle des classes d'occupation du sol naturelles entre 1990 et 2018. La comparaison entre D_t , \bar{a}_j , D_j forêts galeries, des forêts denses entre 1990 et 2018 a indiqué une fragmentation et une diminution des surfaces en faveur des Cj, des Sn et Ag. Dans la classe des Sb, Sa et Sar, les valeurs des aires moyennes ont baissé considérablement. Pour ces mêmes classes, à l'exception de Sar, les valeurs de D_j ont diminué en passant de 12,78 à 1,04 et à 0,49 entre 1990, 2013 et 2018 en ce qui concerne les Sb. Pour la classe Sa, ces valeurs sont de 40,84 ; 3,70 et 0,27 pour la même période. Par contre, les valeurs de la dominance des taches de la classe des Sar ont augmenté (1,21 ; 21,97 et 26,68) entre 1990, 2013 et 2018. Il est de même pour les valeurs de D_t ont augmenté pour toutes les classes naturelles d'occupation du sol à l'exception de celle des Fc (7,34 ; 4,51 ; 5,33).

Les valeurs moyennes de la dimension fractale (D_f) sont égales à l'unité pour toutes les classes d'occupation du paysage de la forêt. La quantification de l'indice de perturbation du paysage de la FC-AS a permis d'obtenir les valeurs suivantes : $U = 0,00$ en 1990 ; $U = 0,18$ en 2013 et $U = 0,35$ en 2018.

Tableau 3. Indices de structures spatiales calculés pour chaque classe d'occupation du sol en 1990, 2013 et 2018 (D_t = Densité des taches, \bar{a}_j = Aire moyenne, D_j = Dominance des taches, D_f = Dimension fractale moyenne des taches). Sn = Sol nu, Fg = Forêt galerie, Fd = Forêt dense, Fc = Forêt claire, Sb = Savane boisée, Sa = Savane arborée, Sar = Savane arbustive, Cj = Champs et jachères, Ag = Agglomération et Pe = Plan d'eau.

	Sn	Fg	Fd	Fc	Sb	Sa	Sar	Cj	Ag	Pe
1990										
D_t	0,14	1,36	0,87	7,34	5,83	5,63	6,10	0,33	0,02	0,16
$\bar{a}_j(km^2)$	0,01	0,02	0,00	0,01	0,04	0,10	0,02	0,01	0,06	0,00
D_j (%)	0,00	0,15	0,01	0,18	12,78	40,84	1,21	0,05	0,00	0,00
D_f	1,04	1,04	1,03	1,04	1,04	1,04	1,04	1,03	1,01	1,02
2013										
D_t	0,50	1,58	1,89	4,51	7,10	9,09	2,49	5,16	0,81	0,26
$\bar{a}_j(km^2)$	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,02	0,19	0,03	0,00	0,00
D_j (%)	0,00	0,13	0,00	0,01	1,04	3,70	21,97	0,84	0,00	0,00
D_f	1,02	1,03	1,02	1,03	1,04	1,04	1,04	1,04	1,01	1,02
2018										
D_t	6,90	1,71	0,91	5,33	14,03	16,79	10,81	14,28	1,50	0,22
$\bar{a}_j(km^2)$	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,04	0,02	0,00	0,00
D_j (%)	0,03	0,19	0,01	0,03	0,49	0,27	26,68	4,34	0,01	0,00
D_f	1,19	1,20	1,18	1,20	1,20	1,22	1,21	1,21	1,12	1,35

3.4 Perception des agriculteurs et éleveurs sur la dégradation du paysage

Le manque de terres fertiles de plus en plus accru, l'insuffisance des aires de pâture et la recherche de l'eau dans les terroirs riverains de la FC-AS sont invoqués pour justifier le recours à l'exploitation non durable des ressources naturelles disponibles dans ce milieu par la population autochtone. Par contre, la disponibilité en ressources fourragères naturelles, l'accès facile à l'eau et la sécurité à l'intérieur de la FC-AS sont autant de d'arguments avancés par les peuls transhumants provenant d'autres communes du Bénin et surtout des pays limitrophes (Niger, Burkina-Faso). La FC-AS était aussi le lieu de convergence des activités d'exploitation de bois, de chasse de gibiers et halieutique. Si l'on considère l'ensemble des agriculteurs interrogés, 66,7% ont fréquemment mentionné la pratique de l'agriculture, l'élevage à travers la transhumance locale et internationale (16,7%), et de l'exploitation forestière (10%) comme les facteurs favorisant l'anthropisation de la forêt (Figure 2). Malgré, parfois les vives tensions entre la population locale, les autorités locales et les forestiers, sur la façon responsable d'exploitation des ressources forestières et sylvopastorales qui ont rendu difficile la collecte de données de terrain et les enquêtes, 83,3% des éleveurs toutes catégories confondues, reconnaissent des pratiques qui entraînent l'érosion de certaines espèces végétales, l'apparition de nombreuses trouées dans la forêt. L'agriculture, l'exploitation forestière et aussi l'installation d'agglomérations et des petits campements sont des facteurs cités respectivement par 13,3% et 3,3% des peuls locaux et transhumants.

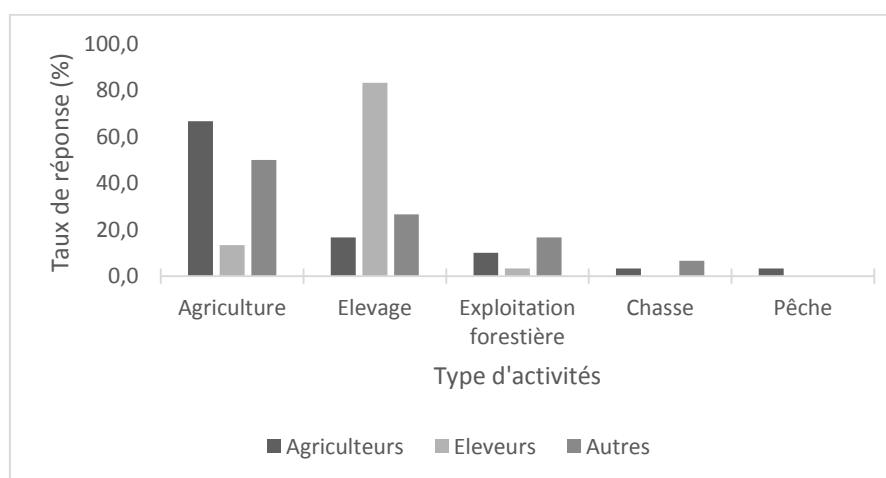


Figure 2. Dégradation du paysage dans la FC-AS en fonction du type d'activités

Les autres acteurs (forestiers, vétérinaires et autorités locales) perçoivent la perte des habitats naturels à l'intérieur de

la FC-AS, à 50% par l'agriculture, 26,7% par les pratiques non durables des éleveurs, 16,7% par l'exploitation forestière (Figure 2). Cette catégorie d'acteurs estime que la chasse coutumière de gibiers (6,7%) à travers l'allumage des feux tardifs est préjudiciable à la strate herbacée qu'au peuplement ligneux.

4. DISCUSSION

La comparaison des trois images TM et OLI/TIRS de Landsat, avec une résolution spatiale relativement faible (30 m), permet de mesurer la dynamique paysagère de la FC-AS au nord du Bénin de 1990 à 2017 avec plusieurs enseignements. En effet, deux aspects essentiels ont été démontrés : l'impact anthropique et l'impact écologique.

4.1 Impact anthropique

L'analyse de la dynamique du paysage des unités d'occupation du sol de la FC-AS montre que l'ensemble des formations naturelles font de plus en plus place aux formations anthropiques (champs-jachères, agglomération et sols nus). Les résultats statistiques obtenus illustrent l'ampleur et le rythme de l'évolution des formations anthropiques sur celles qui sont naturelles entre 1990 et 2018 (12,6 km² soit 0,5% en 1990, et 663,8 km² soit 25,8%, 28 ans après). Cette augmentation des superficies des formations anthropiques est liée à l'occupation anarchique de la FC-AS qui a été soutenue également par le MAEP (2013) en confirmant la pratique des techniques de cultures itinérante sur brûlis dont les principales cultures sont l'igname, le coton, le maïs, le sorgho, et le manioc [12]. Zakari *et al.*, (2018) révèlent qu'entre 1995 et 2013, les mosaïques de champs et jachères sont passées de 3 % à 24 % au détriment des formations forestières (48 % à 20%) dans la forêt classée des Trois Rivières au nord-est du Bénin [27]. De même, dans la forêt classée de la [25] dans la forêt classée de l'Ouémé Supérieur, [03] dans le bassin supérieur de l'Alibori au Bénin alertent, à travers leur étude aux divers responsables en charge de la gestion optimale des aires protégées au Bénin, la présence avérée des formations anthropiques. Face à ces perturbations d'origine anthropique dans ces paysages naturels protégés, qui impriment une modification dans la composition et la configuration spatiale, la biodiversité est en danger permanent au Bénin et en Afrique. Ainsi, dans le parc W/Burkina-Faso, [1] à travers son étude dans la réserve partielle de faune de Dosso (Niger) ; [16] dans la réserve totale de faune de Tamou au Niger, à l'intérieur de la forêt classée du Mont Korhogo en Côte d'Ivoire ont successivement déploré que malgré les efforts de conservation des ressources naturelles dans les aires protégées par les Etats, la dynamique paysagère montre toujours qu'une croissance des classes anthropiques fait au détriment des classes naturelles. Un des constats le plus remarquable dans l'évolution des classes d'occupation du sol est l'avancée grandissante du front agricole qui s'accompagne de la perte des habitats naturels même hors des zones protégées [20]. Les résultats obtenus reflètent la réalité de la tendance de la dynamique paysagère dans tout le pays où la croissance démographique s'accompagne de besoins élevés en espaces pour les spéculations agricoles [22] et en ressources ligneuses boisées [27]. L'effet de l'anthropisation s'est traduit par l'augmentation de l'indice de perturbation qui est ainsi passé de 0,00 à 0,35 en vingt-huit ans, confirmant que, dans la FC-AS, les classes naturelles enregistrent la suppression des taches parallèlement à la création des taches de classes anthropiques. Les résultats de cette étude corroborent les conclusions obtenues par Sikuzani *et al.*, (2018) dans son étude sur l'interprétation paysagère du processus d'urbanisation à Lubumbashi en R.D. Congo qui indique une anthropisation progressive des paysages dans la région de Lubumbashi [26]. Outre, l'exploitation forestière, la FC-AS est parcourue en permanence par les peuls sédentaires et transhumants. Assani (2013) avait même déjà confirmé que le nombre des troupeaux en transhumance dans la FC-AS était de 132 avec un effectif de plus 3645 têtes d'animaux pendant de mars à juin 2017 [4]. Les troupeaux transhumants arrivent régulièrement du Burkina Faso, du Niger et du Nigéria [12] en quête de fourrages naturels disponibles dans la FC-AS provoquant un surpâturage. En effet, plusieurs auteurs ont expliqué que les modifications de la composition des paysages des zones climatiques sont l'œuvre d'une anthropisation accélérée et progressive manifestée par des pratiques agrosylvopastorales non rationnelles [18, 16, 22].

4.2 Impact écologique

La configuration et la composition de l'occupation des sols dans la FC-AS ont changé sous l'influence particulière des activités agricole, pastorale et économique à partir des années 2013 (Figure 2). La forte pression anthropique qui se manifeste par ces activités incontrôlées, a dégradé la végétation et engendré une perte des habitats naturels au profit des habitats dégradés. Cette situation a été largement documentée par Kouta et Toko (2019) [20]. Plusieurs auteurs reconnaissent que les massifs forestiers sont devenus un des écosystèmes les plus dégradés dans la majorité des aires protégées au nord-Bénin et aussi en zones soudano-guinéennes. L'impact de la dynamique d'occupation du sol dans la FC-AS s'est traduit par la fragmentation des formations végétales et la réduction de la densité des ligneux. Le peuplement des espèces les plus recherchées comme combustibles ou bois d'œuvre et fourrages à savoir *Khaya senegalensis*, *Anogeissus leiocarpa*, *Azelia africana*, et *Prosopis africana*, deviennent aujourd'hui moins nombreux et les grands semenciers de plus en plus rares impactant ainsi la capacité de régénération naturelle des espèces en question. Selon Assani *et al.*, (2017), cette fragmentation et d'anthropisation dans la FC-AS est à la base du déclin de la diversité des *Andropogon gayanus*, *A. pseudapricus*, *Brachiaria lata*, bien connues comme au profit des espèces invasives comme *Hyptis suaveolens*, *Loudetia togoensis* [4]. Certaines espèces animales, à l'instar du porc-épic

(*Hystrix cristata*) à dire d'acteur des populations riveraines sont menacées de disparition à cause de la destruction des habitats et de la chasse dans la FC-AS. De même, Mouzoun, (2019) dans son étude sur l'écologie et les connaissances ethnozoologiques du porc-épic à crête (*Hystrix cristata* Linnaeus, 1758) dans les réserves de biosphère du Bénin, confirme les résultats de notre étude [24]. Il souligne aussi, que la pollution des eaux due au drainage d'intrants agricoles présente des menaces potentielles qui ont déjà ou qui risquent d'avoir un impact préjudiciable sur la survie des espèces animales. Ces résultats corroborent ceux trouvés par Agblonon *et al.*, (2017) qui ont prouvé que le développement des activités agricoles à proximité de la rivière de l'Alibori perturbe énormément les communautés benthiques [2]. Ainsi, les organismes aquatiques sont fréquemment exposés aux résidus de pesticides dont certains peuvent persister pendant plusieurs années dans le bassin cotonnier du nord-Bénin dont fait partie la FC-AS. Face à ce comportement, l'administration centrale, à travers les divers services d'aménagement et de surveillance dans la FC-AS, n'exerce plus qu'un contrôle superficiel [13]. Ce scénario peut se reproduire à des degrés divers et sous des formes variées à l'intérieur des aires protégées béninoises.

5. CONCLUSION

La dynamique paysagère dans la FC-AS montre que les déterminants de la fragmentation et de l'anthropisation dans les massifs forestiers étudiés sont surtout liés à l'homme. En effet, une corrélation a été notée entre les densités de la population humaine autour et à l'intérieur de la FC-AS et les besoins en espaces cultivables et en ressources naturelles. Au-delà de ce constat, les observations ont montré que les activités socioéconomiques ont un rôle primordial dans la dégradation de ce paysage forestier. La mise en culture surtout du coton nécessite le défrichage et la coupe sauvage des arbres, ce qui entraîne leur disparition progressive. Par ailleurs, la fréquentation des unités paysagiques de cet écosystème par les transhumants, à la recherche de pâturage, entraîne des effets de piétinement qui favorisent la dégradation des sols. L'élagage des arbres pour l'alimentation du bétail suivi de l'utilisation sélective des produits forestiers pour les multiples besoins de la population sont autant de facteurs qui contribuent à réduire la diversité biologique. Ainsi, on peut noter que pendant une durée de 28 ans (de 1990 à 2018), les classes d'occupation du sol ont subi deux processus de transformation spatiale majeurs que sont la fragmentation et la création de nouvelles taches dans le paysage. Des actions très fortes visant une meilleure gestion des ressources naturelles s'imposent afin d'assurer le rôle de conservation de la FC-AS. Cela passe par le respect d'un plan d'aménagement, la protection des ressources biologiques, la réalisation des plantations d'enrichissement, la dynamisation des structures de gestion et le renforcement de la surveillance et la mise en place d'un système de suivi écologique à partir de la télédétection et d'un système d'information géographique (SIG). Aussi, une des meilleures stratégies permettant de lutter contre les énormes perturbations humaines de la diversité biologique serait la création d'un nouveau corps de brigadiers forestiers spécialisés dans la conservation des ressources.

6. REFERENCES

1. Abdou I. K., Abasse T., Massaoudou M., Rabiou H., Soumana I. & Bogaert J. Influence des Pressions Anthropiques sur la Dynamique Paysagère de la Reserve Partielle de Faune de Dosso (Niger). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 2019;13(2): 1094-1108.
2. Agblonon H. T. M., Adandédjan D., Chikou A., Toko I. I., Koudenoukpo C., Bonou C., Youssao I. & Laleye P. Inventaire et caractéristiques faunistiques des macroinvertébrés de la rivière Alibori dans le bassin cotonnier du Bénin. *International Journal of Innovation and Applied Studies.* 2017; 21(3): 433-448.
3. Arouna O., Etene C. G., Issiako D. Dynamique de l'occupation des terres et état de la flore et de la végétation dans le bassin supérieur de l'Alibori au Bénin. *Journal of Applied Biosciences.* 2016; 108: 1997-5902.
4. Assani A. S., Alkoiret T. I., Hilaire Sanni Worogo H. S., Abdel-Aziz Agbayigbo A-A. & Houinato M. Floristic Characterization of the Natural Rangelands of the Classified Forest of Upper Alibori in Northern Benin. *Saudi Journal of Engineering and Technology.* 2017 p: 380-389.
5. Assani S. A., Alkoiret T. I. Typology of Gudalicattle farms located in the commons of Malancity and Karimama externe north of Benin. *International Journal of Science and Advanced Technology.* 2014; 4(12): 1-5.
6. Assani S. A. Caractérisation des troupeaux bovins en transhumance dans la forêt classée de l'Alibori supérieur au nord du Bénin. DEA, Ecole Doctorale des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin. 2013;79 p.
7. Atchikpa M. T., Yegbemey R. N., Noma F. & Yabi J. A. Modélisation de l'intensité de la perception du changement climatique par les producteurs de maïs du Nord-Bénin (Afrique de l'Ouest). *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB).* 2017; 82: 59-71.
8. Bidou J. E., Droy I., Houesse R. & Mering C. Dynamiques démographiques, vulnérabilité et évolution du couvert végétal au nord Bénin : des interactions complexes. *Espace populations sociétés.* 2019; 1-22.
9. Binot A., Castel V. & Caron A. L'interface faune-bétail en Afrique subsaharienne. *Sécheresse.* 2006; 17(1-2): 349-361
10. Bogaert J., Colinet G. & Mahy G. Anthropisation des paysages katangais. *Presses Universitaires de Liège, Gembloux Agro Bio Tech, Belgique.* 2018;281-296.
11. Brisso N., Houinato M., Adandédjan C., & Sinsin B. Dry season woody fodder productivity in savannas. *Ghanaian Journal of Animal Science.* 2007; 2 et 3(1): 181-185.
12. CADER B/A. Rapport annuel du Centre Agricole pour le Développement Rural, MAEP. 2013; 78 p.
13. Djogbénou C. P., Arouna O., Toko Imorou I & Sinsin B. Analyse comparative des profils des plans d'aménagement participatifs des forêts classées au Bénin. *Rev. Sc. Env. Uni. Lomé (Togo).* 2011; 7: 51-79.
14. FAO. Situation des forêts du monde. 2005. www.fao.org/docrep/007/y5574f/y5574f00.htm.
15. Hountondji Y-C., Gaoué O. G., Sokpon N. & Ozer P. Analyse écogéographique de la fragmentation du couvert végétal au nord Bénin : paramètres dendrométriques et phytoécologiques comme indicateurs in situ de la dégradation des peuplements ligneux. *Geo-Eco-Trop.* 2013; 37(1): 53-70.
16. Illiassou S. A., Diouf A., Mamoudou B.M., Sada A.S., Mahamane A., Saadou M. Dynamics of a third world city: Case of Niamey, Niger. *Journal of Geography and Regional Planning.* 2015 ; 8(5): 120-139.
17. INSAE. RGPH4 : Que retenir des effectifs de population en 2013 ? Cotonou, Direction des études démographiques, institut national de la statistique et de l'analyse économique (INSAE), Bénin. 2013.
18. Kaloudis S., Pantera A., Papadopoulos A., Galanopoulou & Damianidis Ch. Impact of human and environmental factors on land cover changes of an oak silvopastoral system. 2019 ; *Agroforestry Systems.* 2019; 93: 1-20.
19. Karimou Barké M., Tychon B., Ousseini I., Ozer A. & Biolders C. Détection des cuvettes oasiennes du centre-est du Niger par la classifications d'images satellitaires Spot 5-THX. *Photo-interpretation European Journal of Applied Remote Sensing.* 2017; 53: 32-46.

20. Kouta S. & Toko I.I. Forest landscape dynamics in the cotton basin of North Benin. *International Journal of Forest, Animal and Fisheries Research*. 2019; 3 (6): 195 - 202.
21. McGarigal K. & Cushman S. A. Comparative evaluation of experimental approaches to study of habitat fragmentation effects. *Ecological Application*. 2002; 12:335-345.
22. Mama A., Bamba I., Sinsin B., Bogaert J. & De Cannière C. Déforestation, savanisation et développement agricole des paysages des savanes-forêts dans la zone soudano-guinéenne du Bénin. *Bois et Forêts des Tropiques*. 2014; 322: 65-75.
23. Mama A., Sinsin B., De Cannière C. & Bogaert J. Anthropisation et dynamique des paysages en zone soudanienne au nord du Bénin. *Tropicultura*. 2013; 31(1) : 78-88.
24. Mouzou S. Écologie et connaissances ethnozoologiques du porc-épic à crête (*Hystrix cristata Linnaeus*, 1758) dans les réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin. Thèse de doctorat. UAC (Bénin). 2019; HAL Id: <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-02023660>, p: 40-52.
25. Sambiéni K. R., Toyi S. et Mama A. Perception paysanne sur la fragmentation du paysage de la Forêt classée de l'Ouémé Supérieur au nord du Bénin. *VertigO, la revue électronique en Science de l'Environnement*. 2015; 15(2): 1-18.
26. Sikuzani Y. U., André M., Mahy G., Kaleba S. C., Malaisse F., Kankumbi F. M., Bogaert J. Interprétation paysagère du processus d'urbanisation à Lubumbashi : dynamique de la structure spatiale et suivi des indicateurs écologiques entre 2002 et 2008 in Bogaert J., Colinet G. & Mahy G., 2018. Anthropisation des paysages katangais. Gembloux, Belgique : Presses Universitaires de Liège. 2018; p : 281-296.
27. Zakari S., Toko Imorou I., Thomas O. A. B. Djaouga M. & Arouna O. Application de la télédétection et du SIG au suivi des formations végétales de la forêt classée des trois rivières au Nord-Est du Bénin. *European Scientific Journal*. 2018; 14 (15): 450-469.



Citer cet article: **Adi MAMA, Madjidou OUMOROU, Brice SINSIN, Charles DE CANNIERE et Jan BOGAERT.** ANTHROPIISATION DES PAYSAGES NATURELS DES AIRES PROTEGEES AU BENIN : CAS DE LA FORET CLASSEE DE L'ALIBORI SUPERIEUR (FC-AS). *American Journal of Innovative Research and Applied Sciences*. 2020; 11(2): 117-125.

This is an Open Access article distributed in accordance with the Creative Commons Attribution Non Commercial (CC BY-NC 4.0) license, which permits others to distribute, remix, adapt, build upon this work non-commercially, and license their derivative works on different terms, provided the original work is properly cited and the use is non-commercial. See: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>