

Analyse Quantitative des Changements d'Occupation des Terres dans le Bassin Cotonnier du Nord-Bénin

[Quantitative Analysis of Land Use Changes in the North Benin Cotton Basin]

Sébastien KOUTA et Ismaïla TOKO IMOROU

Laboratoire de Cartographie (LaCarto)/Institut de Géographie,
de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (IGATE)/
Université d'Abomey-Calavi (UAC)/Bénin.



Résumé—L'intensification de la production du coton a entraîné des changements majeurs dans l'utilisation des terres. Ces changements modifient la configuration spatiale des écosystèmes. Cette étude a pour objectif de quantifier les processus de changements d'occupation et d'utilisation des terres dans le bassin cotonnier du Nord-Bénin. La technique post-classification effectuée a permis de générer la matrice de de transition ce qui a facilité l'analyse des changements d'occupation des terres. Cette analyse prend en compte les gains, les pertes, les stabilités, le changement total les échange et l'intensité de pertes et de gains au niveau de chaque unité d'occupation des terres. Les résultats indiquent qu'il y a un changement de systèmes d'utilisation des terres forestières (les forêts galeries et les formations ripicoles, forêts denses sèches, savanes arborées et arbustives les forêts claires et les savanes boisées) vers des systèmes anthropiques (champs et jachères, plantations et habitations). Les champs et jachères ont connu une augmentation de près de 50 % de leur superficie par rapport aux autres unités d'occupation des terres entre 1986 et 2016. La plus grande perte est observée au niveau des forêts claires et savanes boisées. En effet, cette unité a perdu 38,49 % de sa superficie à l'intervalle de 30 ans. La proportion totale du changement est d'environ 60 % avec une proportion annuelle de 1,96 par an. La superficie totale touchée par les changements pour les trente ans est de 183561,33 ha soit 6118,71 ha par an. L'étude des changements d'occupation et d'utilisation des terres dans cette zone permettra aux décideurs locaux non seulement de comprendre les principes fondamentaux du processus de transformation des terres mais aussi surtout d'établir des processus de conservation et des stratégies de gestion efficaces des terres.

Keywords— Occupation des terres, analyse quantitative, changement d'utilisation des terres, bassin cotonnier, Bénin

Abstract — The intensification of cotton production has led to major changes in land use. These changes are changing the spatial configuration of ecosystems. The objective of this study is to quantify the processes of land use and occupation change in the cotton basin of North Benin. The post-classification technique carried out made it possible to generate the transition matrix, which facilitated the analysis of land use changes. This analysis takes into account gains, losses, stabilities, total change, exchanges and the intensity of losses and gains at the level of each land use unit. The results indicate that there is a shift from forest land use systems (gallery forests and riparian formations, dense dry forests, tree and shrub savannahs, open forests and wooded savannahs) to anthropogenic systems (fields and fallows, plantations and dwellings). Fields and fallows increased by nearly 50% in area compared to other land use units between 1986 and 2016. The greatest loss is observed in open forests and wooded savannahs. Indeed, this unit has lost 38.49% of its surface area at the 30-year interval. The total proportion of the change is about 60% with an annual proportion of 1.96 per year. The total area affected by the changes for the thirty years is 183561.33 ha or 6118.71 ha per year. The study of land use and occupation changes in this area will enable local decision-makers to understand not only the fundamental principles of the land transformation process but also, and most importantly, to establish effective conservation processes and land management strategies.

Keywords—Land use, quantitative analysis, land use change, cotton basin, Benin

I. INTRODUCTION

Les conversions de la couverture végétale et les modifications dans les formes d'utilisation des terres ont été identifiées comme les facteurs majeurs des changements environnementaux à l'échelle mondiale [1]. L'intensification de l'occupation et de l'utilisation des terres pour les activités humaines (agriculture, plantations, urbanisation, infrastructures, etc.) et l'évolution du couvert végétal sont les principales causes de perte de diversité [2]. Les réactions des espèces aux changements d'affectation des terres varient d'une région à l'autre mais, dans l'ensemble, dans les régions touchées par des perturbations récentes (c'est-à-dire où l'agriculture a commencé il y a quelques décennies), certaines espèces sont plus vulnérables que d'autres à la disparition locale [3]. Les changements d'occupation et d'utilisation des terres sont donc des moteurs de la diversité [4]. Au nord-ouest du Bénin, l'occupation des terres connaît une dynamique importante du fait des activités humaines intenses mettant l'écosystème en équilibre précaire [5]. Ces forces de pression aux intérêts divergents ont comme indicateurs la conversion socio-économique et environnementale, la pluralité des modes d'accès à la terre en dehors du cadre légal, les litiges et difficultés dans l'affectation des terres, la fragmentation des paysages, la restructuration agricole et pastorale des territoires [6]. La zone cotonnière du Nord-Bénin fait, depuis des décennies, l'objet d'enjeux économiques, écologiques et sociaux croissants. Dans un contexte de dégradation des conditions environnementales, de crise des systèmes traditionnels de production et de développement de nouvelles opportunités économiques, cette zone subit de profondes mutations de son environnement biophysique et socio-économique. L'analyse de l'occupation des terres et sa dynamique impliquent une compréhension des processus biophysiques et anthropiques qui donnent des orientations sur les évolutions quantitatives et qualitatives des paysages de manière générale, et des ressources naturelles en particulier [3] ; [7]). Cependant, la simple surveillance de la terre ne permet pas nécessairement de faire la lumière sur les causes sous-jacentes des transformations des terres. Cette étude a pour objectif de quantifier les processus de changements d'occupation et d'utilisation des terres dans le bassin cotonnier du Nord-Bénin. Ce travail permettra aux décideurs locaux non seulement de comprendre les principes fondamentaux du processus de transformation des terres mais aussi surtout d'établir des processus de conservation et des stratégies de gestion efficaces des terres.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 Zone d'étude

Le bassin cotonnier du Bénin est localisé dans le domaine soudanien du Bénin avec une pluviosité annuelle de 800 à 1100 mm, une température moyenne de 24 à 31 °C, une insolation de 2862 heures/an, une humidité relative de 18 à 99 %, un climat soudanien sec [8], une végétation constituée essentiellement de savanes et de forêts galeries pour des lithosols et des sols hydromorphes [9] ; [10] ; [11]. Elle couvre une superficie de 3128,35 km². Elle est située dans le département de l'Alibori, entre 2°12 et 2°55 de longitude Est et entre 10°42 et 11°15 de latitude Nord et est limitée par les Communes de Banikoara (nord), de Gogounou (sud), de Kandi (est) et de Kérou (ouest) (Figure 1).

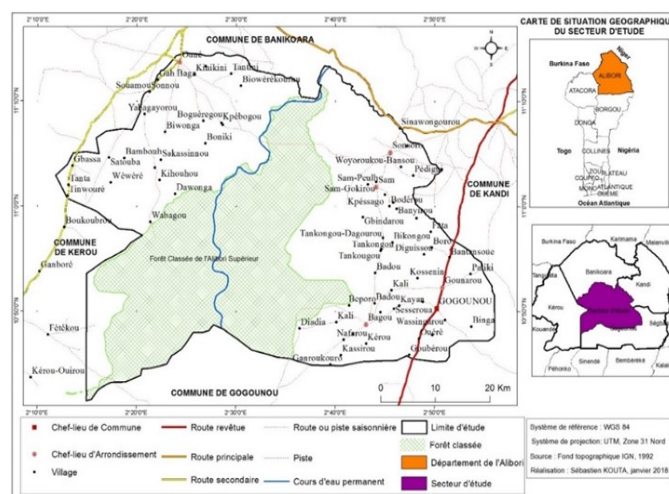


Figure 1 : Situation géographique de secteur d'étude

2.2 Méthode

Les données utilisées dans cette étude sont essentiellement les images SPOT de 1986 et 2016. Le logiciel ArcGis 10.5 a été utilisé pour l'interprétation visuelle de ces images. L'indice de Kappa a permis de valider les classifications. Les cartes d'occupation des terres réalisées ont fourni les données de base pour l'analyse et la quantification des changements opérés entre 1986 et 2016 [5].

La technique post-classification effectuée a permis de générer la matrice de de transition ce qui a facilité l'analyse des changements d'occupation des terres. Cette analyse prend en compte les gains, les pertes, les stabilités, le changement total les échange et l'intensité de pertes et de gains au niveau de chaque unité d'occupation des terres. [13] et [14]. L'intensité du gain et de la perte (G_j , P_i) a été dûment déduite de matrice de transition en sachant que l'intensité uniforme de la transition est le gain ou la perte totale des dix classes

les forêts claires et savanes boisées ainsi que les savanes arborées et arbustives ont connu une transformation vers les formations artificialisées entre 1986 et 2016.

3.2 Analyse quantitative de l'occupation des terres entre 1986 et 2016

3.2.1 Matrice de transition des unités d'occupation des terres entre 1986 et 2016

Les évolutions spatiales de l'occupation des terres dans le bassin cotonnier du Nord-Bénin sont traduites par la matrice de transition (Tableaux 2)

Tableau I : Matrice de transition des unités d'occupation des terres entre 1986 et 2016

UOT 1986	UOT 2016										S ₁₉₈₆ (ha)
	FGFR	FD	FCSB	SASa	SS	PLT	CJ	HA	SED	PE	
FGFR	5235.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1433.93	0.00	0.00	0.00	6669.87
FD	0.00	11.90	136.85	511.69	0.00	0.00	850.84	0.00	0.00	0.00	1511.28
FCSB	0.00	0.00	660.44	26518.84	0.00	77.35	93497.22	23.80	5.95	0.00	120783.61
SASa	0.00	0.00	71.40	86119.31	0.00	83.30	59903.91	77.35	23.80	0.00	146279.06
SS	0.00	0.00	0.00	0.00	374.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	374.85
PLT	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CJ	0.00	0.00	0.00	160.65	0.00	0.00	36395.73	184.45	0.00	0.00	36740.83
HA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	202.30	0.00	0.00	202.30
SED	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	273.70	273.70
S ₂₀₁₆ (ha)	5235.94	11.90	868.69	113310.49	374.85	160.65	192081.64	487.89	29.75	273.70	312835.49

Légende : FGFR : Forêt galerie et formation ripicoles ; FD: Forêt dense ; FCSB : Forêt claire et savane boisée ; SASa : Savanes arborée et arbustive ; SS : Savane saxicole ; PLT : Plantation ; CJ : Champs et jachères ; PE : Plan d'eau ; HA : Habitation ; SED : Sol érodé et dénudé ; UOT : Unités d'occupation des terres ; S₁₉₈₆ : Superficie en 1986 ; S₂₀₁₆ : Superficie en 2016

Il ressort de l'examen du tableau I qu'il y avait 8 unités d'occupation des terres dans le BCNB en 1986. Ce nombre est passé à 10 en 2016 avec la conversion des savanes arborées et arbustives et des champs et jachères, en plantation et en sols érodés et dénudés. Toutes les formations forestières ont régressé. Les galeries forestières et formations ripicoles qui occupaient 6669,87 ha en 1986 sont passées à 5235,94 ha en 2016. Une partie de ces forêts galeries (11,49 ha) a été convertie en champs et de jachères. Par ailleurs, 136,85 ha de forêts denses sont converties forêts claires et savanes boisées; 511,69 ha en savanes arborées et arbustives et 850,84 ha en champs et jachères. La superficie des forêts denses sèches est alors passée de 1511,28 en 1986 à 11,90 ha en 2016 soit une réduction de près de 78 %. Une partie des forêts claires et savanes boisées a été convertie en savanes arborées et arbustives (26518,84 ha), en plantations (77,35 ha), en champs et jachères (93497,22 ha), en habitations (23,80 ha) et en sols érodés et dénudés (5,95 ha). Les savanes arborées et arbustives sont les formations qui ont connu le plus de stabilité. En effet,

86119,31 ha de ces savanes arborées et arbustives sont demeurées stables. Une partie de celles-ci (59903,91 ha) a été convertie en champs et jachères, en plantations (83,30 ha), en habitations (77,35 ha) et sols érodés et dénudés (23,80 ha). On note également la conversion de 71,40 ha des savanes arborées et arbustives en forêts claires et savanes boisées. Les champs et jachères quant eux se sont convertis en en habitations (184,45 ha) et aussi en savanes arborées et arbustives (160,65 ha). Les autres unités d'occupation des terres telles que les savanes saxicoles, les plans d'eau, les habitations et les sols érodés et dénudés n'ont pas connue de conversion.

3.2.2 Taux de conversion et d'expansion spatiale des unités d'occupation des terres entre 1986 et 2016

La figure 3 montre les taux de conversion et d'expansion spatiale entre 1986 et 2016

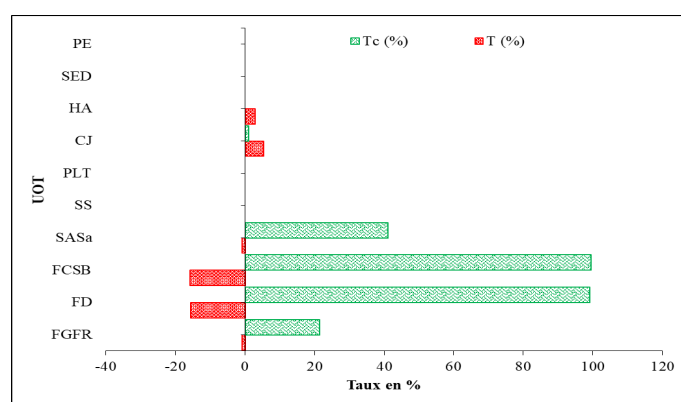
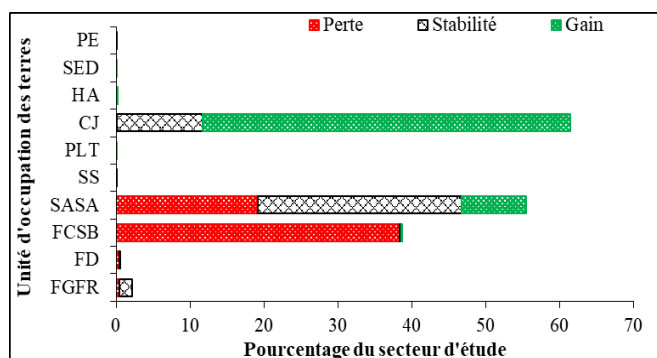


Figure 3 : Taux de conversion et d'expansion spatiale des unités d'occupation des terres entre 1986 et 2016

L'analyse de la figure 19 montre qu'entre 1986 et 2016, les autres unités comme les forêts claires et savanes boisées (99,45 %) les forêts denses sèches (99,21 %) les savanes arborées et arbustives (41,13 %) et les forêts galeries (21,50 %) ont connu un taux de conversion accéléré. Avec un taux d'expansion négatif. Par contre, les habitations et les champs et jachères ont connu un taux d'expansion faible mais positif.

3.3.3 Intensité des changements par catégorie d'occupation des terres entre 1986 et 2016



FGFR : Forêt galerie et formation ripicoles ; **FD** : Forêt dense ; **FCSB** : Forêt claire et savane boisée ; **SASa** : Savanes arborée et arbustive ; **SS** : Savane saxicole ; **PLT** : Plantation ; **CJ** : Champs et jachères ; **PE** : Plan d'eau ; **HA** : Habitation ; **SED** : Sol érodé et dénudé

Figure 4 : Intensités et vitesses des changements par catégorie d'occupation du sol dans le secteur d'étude entre 1986 et 2016

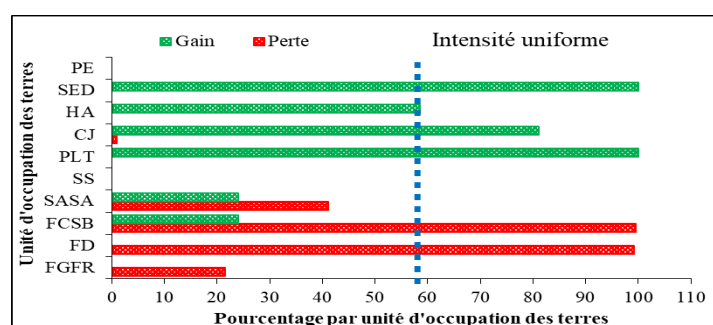
L'observation de la figure 4 montre que globalement les changements entre les catégories d'occupation des terres se sont opérés dans le secteur d'étude de façon différentielle sur le plan spatial. Dans chaque catégorie, des pertes / des gains (58,68 %) avec 41,22 % de stabilités ont été observées dans le secteur d'étude. Des catégories très dynamiques ont été distinguées en termes de changements totaux. En effet, les forêts claires et savanes boisées sont les catégories d'occupation qui ont connu la plus grande perte (38,40 %) suivies des savanes arborées et arbustives avec 19,23 % de perte des forêts denses sèches et des forêts galerie et formations ripicoles avec pratiquement la même proportion (0,48 %) de perte. Les champs et jachères ont enregistré le plus grand pourcentage de gain avec près de la moitié des gains totaux soit environ 49,77 % suivies des savanes arborées et arbustives avec 8,69 % des superficies. Par ailleurs, les habitations et les plantations ont connu aussi de gain mais à des proportions très faibles. Lors des changements d'état entre les différentes catégories d'occupations, les savanes arborées et arbustives sont les catégories qui ont connues plus de stabilités avec 27,53 % des superficies de tout le bassin cotonnier du Bénin. Viennent ensuite les champs et jachères avec 11,63 %. Enfin, les forêts galeries et les formations ripicoles ont connu des changements mineurs avec 1,67 % de superficies stables.

Globalement dans le bassin cotonnier du Bénin notamment dans les communes de Banikoara, de Kandi et de Gogounou, l'analyse quantitative de la dynamique de l'occupation des

terres indique qu'il y a un changement de systèmes d'utilisation des terres forestières (les forêts galeries et les formations ripicoles, forêts denses sèches, savanes arborées et arbustives les forêts claires et les savanes boisées) vers des systèmes anthropiques (champs et jachères, plantations et habitations).

3.3.4 Intensités et vitesses des changements à l'intérieur de chaque catégorie d'occupation des terres entre 1986 et 2016

Pour mieux apprécier les changements enregistrés au sein des formations forestières et des autres unités d'occupation des terres, une synthèse de changements notamment d'intensité et de vitesses a été réalisée pour déterminer les catégories dormantes et actives de la transition sur une durée de 30 ans (Figure 5).



Légende : **FGFR** : Forêt galerie et formation ripicoles ; **FD** : Forêt dense ; **FCSB** : Forêt claire et savane boisée ; **SASa** : Savanes arborée et arbustive ; **SS** : Savane saxicole ; **PLT** : Plantation ; **CJ** : Champs et jachères ; **PE** : Plan d'eau ; **HA** : Habitation ; **SED** : Sol érodé et dénudé.

Figure 5: Intensités et vitesses des changements par catégorie d'occupation des terres dans le secteur d'étude entre 1986 et 2016

L'examen de la figure 21 montre que toutes les formations forestières et quelques unités d'occupation des terres non forestières ont connu des gains et des pertes. La ligne verticale en tirets bleu est la zone où les changements restent uniformes si les perturbations s'arrêtent dans la BCNB. A gauche de cette ligne, les changements sont dits dormants ou lents. Tandis qu'à sa droite, les changements sont qualifiés d'actifs ou rapides. En effet, les gains opérés au niveau des plantations (100 %), des sols érodés et dénudés (100 %) et des champs et jachères (81,05 %) sont rapides tandis qu'au niveau des savanes arborées et arbustives (23,99 %), forêt claires et savanes boisées (23,97 %) et des habitations (58,54 %), les gains sont lents. En ce qui concerne les pertes, elles sont rapides au niveau des forêts denses sèches (99,21 %) et forêts claires et les savanes boisées (99,45 %). Les savanes arborées

et arbustives (41,12 %) et les galeries forestières (21,50 %) et des champs et jachères (0,94 %), ont connu de lentes pertes. Les plans d'eau et les savanes saxicoles n'ont connu ni de gain ni de perte.

3.3.5 Spatialisation des pertes et des gains des unités d'occupation des terres entre 1986 et 2016

La figure 6 présente les cartes de perte et de gain des unités d'occupation des terres entre 1986 et 2016

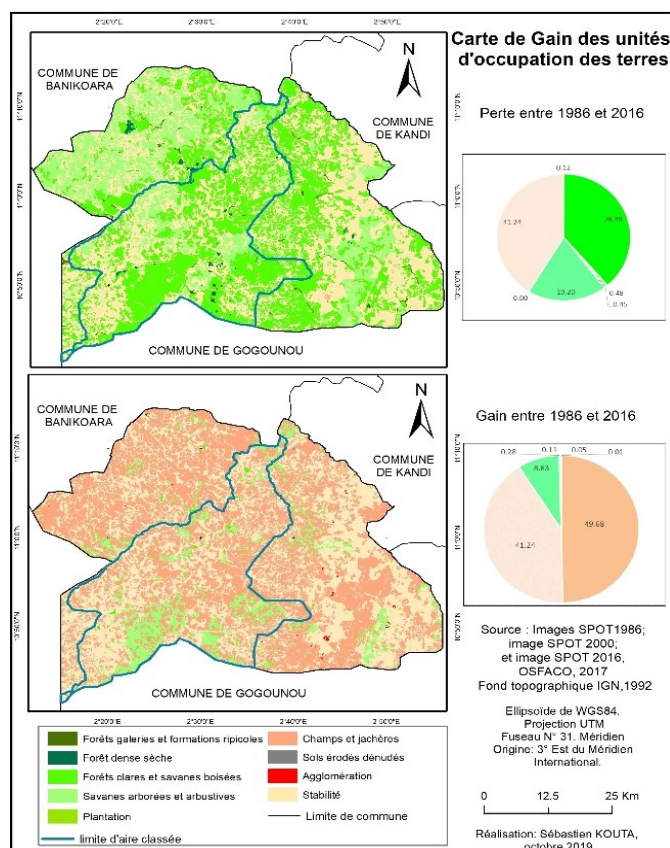


Figure 6 : Cartes de perte et de gain des unités d'occupation des terres entre 1986 et 2016

De l'observation de la figure 22 il ressort que les champs et jachères ont connu une augmentation de près de 50 % de leur superficie par rapport aux autres unités d'occupation des terres entre 1986 et 2016. La plus grande perte est observée au niveau des forêts claires et savanes boisées. En effet, cette unité a perdu 38,49 % de sa superficie à l'intervalle de 30 ans.

3.3.6 Synthèse des changements des unités d'occupation des terres

Le tableau V présente la synthèse des changements observés dans le bassin cotonnier du Nord-Bénin 1986 et 2016 soit 30 ans

Tableau V : proportion de changement des UOT dans le bassin cotonnier du Bénin entre 1986 et 2016

UOT	Changement total	Echange	Changement net
FGF	0.00	0.00	0.00
FD	0.00	0.00	0.00
FCSB	0.38	0.00	0.38
SASa	0.28	0.17	0.11
SS	0.00	0.00	0.00
PTFT	0.00	0.00	0.00
CJ	0.50	0.00	0.50
HA	0.00	0.00	0.00
SED	0.00	0.00	0.00
PE	0.00	0.00	0.00
Proportion totale de changement		0.59	
Echange		0.09	
Qualité des changement		0.50	
Proportion annuelle de changement		1.96	
Superficie totale touchée par les changements (ha)		183561.33	
Superficie annuelle touchée par les changement (ha/an)		6118.71	

Il ressort du tableau V que la proportion totale du changement est d'environ 0,60 avec une proportion annuelle de 1,96 par an. La superficie totale touchée par les changements pour les trente ans est de 183561,33 ha soit 6118,71 ha par an.

IV. DISCUSSION

Les paysages tropicaux subissent des changements anthropiques rapides, en particulier des changements entraînant des pertes de forêts [12].

L'analyse de la dynamique de l'occupation des terres dans le bassin cotonnier du Bénin notamment dans les communes de Banikoara, de Kandi et de Gogounou, indique qu'il y a un changement de systèmes d'utilisation des terres forestières (les forêts galeries et les formations ripicoles, forêts denses sèches, savanes arborées et arbustives les forêts claires et les savanes boisées) vers des systèmes anthropiques (champs, jachères, plantations et habitations). Ces mêmes constats ont été faits par plusieurs auteurs dont [17] ; [11] dans la zone soudanienne au nord du Bénin, ainsi qu'à ceux de [10] ; [18].. A ce propos, Si la plupart de ces auteurs partagent l'opinion sur la régression des formations végétales au profit des espaces agricoles, il importe de retenir dans le cadre de cette étude que cette régression est très forte et parfois 'alarmiste' du côté des formations forestières naturelles. [19]. Cette tendance est générale dans la zone d'étude et présente quelques particularités.

La proportion des changements dans la zone d'étude est de 50 % sur un intervalle de 30 ans. Les gains opérés au niveau des plantations, des sols érodés et dénudés et des champs et jachères sont rapides tandis qu'au niveau des savanes arborées et arbustives, forêt claires et savanes boisées et des habitations, les gains sont lents. En ce qui concerne les pertes, elles sont rapides au niveau des forêts denses sèches et forêts claires et les savanes boisées. Les savanes arborées et arbustives, les galeries forestières et les champs et jachères,

ont connu de lentes pertes. Les plans d'eau et les savanes saxicoles n'ont connu ni de gain ni de perte. [20], ont fait remarquer que la dynamique de l'occupation des terres montre une forte anthropisation des écosystèmes naturels dans la région du Nord-Bénin. Par ailleurs, L'évolution des modes d'occupation du sol porte l'empreinte des activités anthropiques et correspond à un processus dynamique assez complexe, qui agit sur les ressources naturelles [21]. De même, les auteurs tels que [22] et [23], [11], [5] ont montré que dans la région soudanienne du Bénin, la tendance de régression du paysage ligneux profite aux cultures et jachères ainsi qu'aux espaces urbains. Par ailleurs, la dégradation et la déforestation dans cette zone impactent surtout les espaces de végétations denses. L'utilisation de ces espaces déboisés permet de bénéficier de nouvelles terres fertiles et donc d'augmenter les productions agricoles [5]. [24] et [25] ont montré que les conséquences directes de ces phénomènes entraînent une perte de la biodiversité en raison de la destruction de nombreux habitats naturels. Les résultats de [26] ont montré aussi que les transformations de l'habitat causées par le changement d'utilisation des terres par l'homme sont considérées comme les principaux moteurs de la perte continue de biodiversité et on s'attend à ce que leur impact sur la biodiversité augmente encore au cours du siècle.

V. CONCLUSION

Cette étude a révélé que dans le bassin cotonnier du Nord-Bénin, les changements d'occupation et d'utilisation des terres occasionnés par les pressions anthropiques ont modifié la densité de son couvert. En effet, sur un intervalle de trente ans, les formations forestières naturelles ont perdu environ 60 % de leurs superficies au profit des cultures et jachères. Cette régression engendre une dégradation de la flore locale principalement liée à la production du coton dans le secteur d'étude. La compréhension des phénomènes de changement d'utilisation des terres est donc un outil d'aide à la prise de décision politique de la gestion efficace des écosystèmes. La contribution à la protection et à la conservation de la biodiversité végétale dans cette zone doit passer une approche de gestion concertée.

RÉFÉRENCE

- [1] Adjonou K., Bindaoudou I. A-K., Idohou R., Salako V. K., Glèlè-Kakaï R., Kokou K. (2019). Suivi satellitaire de la dynamique spatio-temporelle de l'occupation des terres dans la réserve de biosphère transfrontalière du Mono entre le Togo et le Bénin de 1986 à 2015. Conférence OSFACO : Des images satellites pour la gestion durable des territoires en Afrique, Cotonou, Bénin, pp. 1-24.
- [2] Allan N. P., Macatee R. J., Norr A. M., Raines A. M., Schmidt N. B. (2015). Relations between common and specific factors of anxiety sensitivity and distress tolerance and fear, distress, and alcohol and substance use disorders. *Journal of Anxiety Disorders*, 33, pp. 81-89.
- [3] Newbold, T., Hudson, L. N., Arnell, A. P., Contu, S., De Palma, A., Ferrier, S., ... & Burton, V. J. (2016). Has land use pushed terrestrial biodiversity beyond the planetary boundary? A global assessment. *Science*, 353(6296), 288-291.
- [4] Rocha-ortega M., RODRIGUEZ P. et Cordoba-aguilar A. (2019). Spatial and temporal effects of land use change as potential drivers of odonate community composition but not species richness. *Biodiversity and Conservation*, Volume 28, 2, pp. 451-466.
- [5] Agbanou T., Paegelow M., Toko Imorou I., Tente B. (2018). Modélisation des changements d'occupation des terres en région soudanienne au nord-ouest du Bénin. *European Scientific Journal* Vol.14, (12), pp. 248-266.
- [6] Traore S. S., Soumaré M., Müller J. P., Diakité Cheick H., Diawara M. (2019). Modélisation d'accompagnement et multi-agent pour une gestion durable des ressources au niveau local. In : Les zones cotonnières africaines : Dynamiques et durabilité. Acte du colloque de Bamako. Soumaré Mamy (ed.), Havard Michel (ed.). CIRAD, IER, USSGB. Bamako : Edis, 129-139. ISBN 978-99952-56-98-2 Colloque international sur la dynamique et la durabilité des zones cotonnières africaines, Bamako, Mali, 21 Novembre 2017/24 Novembre 2017.
- [7] Ouedraogo A., DA E. C. D. et Ouoba A. P. (2017). Perception locale de l'évolution du milieu à Oula au Nord du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 11(1): pp. 144-156
- [8] ASECNA, 2016. Données climatologiques de la station de Kandi. DG-Eau, Bénin.
- [9] Akindélé G. (2000). Possibilités d'aménagement durable de la Forêt Classée de l'Alibori Supérieur : structure et dynamique des principaux groupements végétaux et périodicité d'exploitation. Thèse d'ingénieur agronome. FSA, UNB, Abomey Calavi, Bénin, 162 p.
- [10] Arouna O. (2002). Exploitation des ressources biologiques et la dynamique de la forêt classée de l'Alibori Supérieur au Bénin (secteur de l'arrondissement de Bagou). Mémoire de Maîtrise de Géographie, DGAT/FLASH/UAC/Bénin, 125 p.

- [11] Mama A., Sinsin B., De Cannière C., Bogaert J. (2013). Anthropisation et dynamique des paysages en zone soudanienne au nord du Bénin. *Tropicultura*, 31(1): 78-88.
- [12] Aloô C. A., Pontius Jr R. G. (2008). Identifying systematic land-cover transitions using remote sensing and GIS: the fate of forests inside and outside protected areas of Southwestern Ghana. *Environment and Planning B: Planning and Design*, volume 35, pp. 280-295.
- [13] Aldwaik S. Z. et Pontius J. R. G. (2012). Intensity analysis to unify measurements of size and stationarity of land changes by interval, category, and transition. *Landscape and Urban Planning*, 106: pp 103-114.
- [14] Koglo Y. S., Agyare W. A., Badabate Diwediga, Jean M. Sogbedji, Ayi K. A. and Thomas G. (2019). Remote Sensing-Based and Participatory Analysis of Forests, Agricultural Land Dynamics, and Potential Land Conservation Measures in Klotu District (Togo, West Africa). *Soil Syst.*, 2(3), 49; doi:10.3390/soilsystems2030049
- [15] Huang, B., Zhao, B., & Song, Y. (2018). Urban land-use mapping using a deep convolutional neural network with high spatial resolution multispectral remote sensing imagery. *Remote Sensing of Environment*, 214, 73-86.
- [16] Pontius, R.G., Shusas E., Mceachern M. (2004). Detecting important categorical land changes while accounting for persistence. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 101, pp. 251-268.
- [17] Avakoudjo J., Mama A., Toko I., Kindomihou, V., & Sinsin, B. (2014). Dynamique de l'occupation du sol dans le Parc National du W et sa périphérie au nord-ouest du Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8(6), 2608-2625.
- [18] Arouna O. (2012). Cartographie et modélisation prédictive des changements spatio-temporels de la végétation dans la Commune de Djidja au Bénin: implications pour l'aménagement du territoire. Thèse de doctorat, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 246 p.
- [19] Oloukoi, J. (2013). Scénario socio-économique et écologique des changements de l'occupation des terres au Bénin. *VertigO - La Revue Électronique En Sciences de l'environnement*, 13(1). doi: 10.4000/vertigo.13267
- [20] Zakari S., Toko Imorou I., Thomas O. A. B., Djaouga M. Arouna O. (2018). 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*. Vol.14 (15): pp 1857-7881
- [21] El Hage Hassan H., Ardillier-Carras F. et Charbel L. (2019). Les changements d'occupation des sols dans la Béqaa Ouest (Liban): le rôle des actions anthropiques. *Cah. Agric.*, 28, 10, p.1-10
- [22] Leroux L. (2012). Analyse diachronique de la dynamique paysagère sur le bassin supérieur de l'ouémé (Bénin) à partir l'imagerie Landsat-MODIS- cas d'étude du communal de Djougou. *Hydrosiences Montpellier (France)*, ANR ESCAPE, 62.
- [23] Bidou E. J., Palibrk M., Andrieu J., Mering C. (2013). Vulnérabilité, dynamique de population et occupation des sols : Réflexion sur les indicateurs de vulnérabilité au Bénin et au Niger. livrable n°6.4 Février, 28 p
- [24] Toko I. (2008). Etude de la variabilité spatiale de la biomasse herbacée, de la phénologie et de la structure de la végétation le long des toposéquences du bassin supérieur du fleuve Ouémé au Bénin. Thèse de Doctorat, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 241 p.
- [25] Arouna O. (2017). Changements de l'occupation des terres et nécessité de l'aménagement du territoire à l'échelle locale en Afrique subsaharienne : cas de la Commune de Djidja au Bénin: Ed L'Harmattan, 223 p.