International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 41 No. 1 Nov. 2023, pp. 289-299
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Dynamique spatiale et temporelle de la couverture ligneuse du bassin versant du Kou au Burkina Faso

[Spatial and temporal dynamics of woody cover in the Kou watershed, Burkina Faso]

B. Dembele[1-2], A. P. K. Gomgnimbou[2], J. T. Yameogo[1], O. W. Ouedraogo[3], and B. Tankoano[1]

[1]Université Nazi BONI, Institut du Développement Rural, Laboratoire des Systèmes Naturels, Agrosystèmes et de l'Ingénierie de l'Environnement (Sy.N.A.I.E), 01 BP 1091 Bobo-Dioulasso 01, Bobo Dioulasso, Burkina Faso

[2]Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique, Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles, Laboratoire Sol-Eau-Plante, UNB, BP 910, Bobo Dioulasso, Burkina Faso

[3]Ecole Nationale des Eaux et Forêts, Dindéresso, 01 BP 1105 Bobo 01, Bobo Dioulasso, Burkina Faso

Copyright © 2023 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: In Burkina Faso, forest areas are losing several hectares of their surface area every year as a result of anthropogenic pressures and climate change. The Kou watershed is no exception to this trend. The aim of this research is to assess the spatio-temporal dynamics of vegetation cover in the Kou watershed using Landsat images. To this end, Landsat TM, Landsat ETM+ and OLI 8 satellite images from September and March (1986 to 2021) were used. Operations on Envi 5.3, field validation output and finally mapping on ArcGIS were the steps. Discrimination was significant, with kappa coefficients of 0.76; 0.79; 0.88 and 0.88. From 1986 to 2001, open forests, gallery forests, wooded and grassy savannahs lost 4.76%, 22.24%, 23.47% and 14.74% of their area respectively. Between 2001 and 2017, the areas of gallery forest (33.53%) and wooded savannah (56.67%) declined. Between 2017 and 2021, wooded and grassy savannahs lost 25.36% and 34.54% of their area respectively. The area occupied by water has decreased considerably over the 35 years. However, during the same period, there has been an increase in areas of annual crops, irrigated crops and habitats. These results highlight the need to develop a sustainable management strategy for the watershed, given its enormous potential.

KEYWORDS: agricultural activities, remote sensing, spatial dynamics, Kou watershed, Burkina Faso.

RESUME: Au Burkina Faso, les surfaces forestières perdent plusieurs hectares de leurs étendues chaque année sous l'effet des pressions anthropiques et des changements climatiques. Le Bassin versant du Kou n'est pas en marge de cette situation. L'objectif de cette recherche est d'évaluer la dynamique spatio-temporelle du couvert végétal du Bassin versant du Kou à l'aide des images Landsat. Pour ce faire, des images satellitaires de types Landsat TM, Landsat ETM+ et OLI 8 des mois de Septembre et de Mars ont été utilisées (1986 à 2021). Des opérations sur Envi 5.3, la sortie de validation terrain et enfin la cartographie sur ArcGIS ont été les étapes. La discrimination est significative avec des coefficients de kappa de 0,76 ; 0,79 ; 0,88 et 0,88. De 1986 à 2001 les forêts claires, les forêts galeries, les savanes arborées et herbeuses ont perdu respectivement 4,76%, 22,24%, 23,47% et 14,74% de leur superficie. Entre 2001 et 2017, les superficies des forêts galeries (33,53%), de la savane arborée (56,67%) ont reculé. Entre 2017 et 2021, les savanes arborées et herbeuses ont perdu respectivement 25,36% et 34,54% de leur superficie. Les surfaces occupées par les eaux ont diminué considérablement au cours des 35 ans. Cependant durant la même période, il y a une augmentation des zones de cultures annuelles, cultures irriguées, les habitats. Ces résultats mettent à nu la nécessité d'élaborer une stratégie de gestion durable du bassin versant au vu des potentialités énormes qu'il regorge.

MOTS-CLEFS: activités agricoles, télédétection, dynamique spatiale, bassin versant du Kou, Burkina Faso.

Corresponding Author: B. Dembele

1 INTRODUCTION

Dans la plupart des pays sahéliens d'Afrique sub-saharienne, la majorité de la population, en milieu rural, tire l'essentiel de sa subsistance de l'exploitation des ressources naturelles [1]. Malheureusement, on assiste de façon générale dans ces pays et au Burkina Faso en particulier à une réduction significative de la couverture végétale, à la dégradation des sols, à la baisse des rendements agricoles, à la diminution des ressources en eau, à la pollution par des pesticides chimiques, etc. [2], [3], [4]. Les problèmes écologiques sont d'autant plus ressentis dans la région ouest africaine que le niveau de développement y est étroitement dépendant des ressources naturelles [5]. Dans l'ouest du Burkina Faso, zone la plus boisée du pays, la régression du couvert végétal est estimée à environ 0,2 % par an entre 1985 et 2015 [6].

De nos jours, une détérioration du couvert végétal du bassin versant est constatée et elle serait le fait de l'exploitation démesurée des terres ainsi qu'à la coupe abusive du bois [7]. La migration interne de populations des zones dégradées vers ce bassin versant favorable aux activités agro-sylvo-pastorales contribuent à accélérer sa dégradation. Les principaux facteurs de dégradation des unités de végétation sont les activités anthropiques (agriculture extensive, déforestation, surpâturage, etc.), le climat, la géomorphologie et le sol [8]. Il est clair qu'en absence d'une réelle volonté politique, ces réserves de biodiversité et puits de carbone disparaitront. Cette dégradation rapide des forêts expose les populations, surtout celles vivant en zone rurale, à des conditions de vie difficiles. En effet, leurs modes de vie sont essentiellement basés sur les profits et services tirés des ressources naturelles [6].

Les changements d'occupation des terres sont souvent connus mais c'est leur ampleur qui diffère selon le type de pression et les conditions écologiques et environnementales [9]. A cet effet, la télédétection permet d'effectuer l'étude de la dynamique de la dégradation et des causes sous-jacentes à ce phénomène [10]. Pour une bonne gestion de ces écosystèmes, il faudrait s'interroger sur la traduction spatiale de cette dégradation écosystémique. Quelle est son ampleur à ce jour ? S'inscrit-elle dans le temps ou est-elle soudaine ? Afin de répondre à ces différentes interrogations, cette étude a été initiée avec pour objectif d'évaluer la dynamique spatio-temporelle du couvert végétal du Bassin versant de la rivière Kou à l'aide des images Landsat.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 ZONE D'ETUDE

Le bassin versant du Kou, situé à l'Ouest du Burkina Faso, dans la province du Houet est l'un des nombreux bassins versants régionaux qui constituent le bassin national du Mouhoun. Avec une superficie de 1.823 $km^{2,}$ il est situé dans le Sud- ouest du Burkina Faso entre les longitudes 4° 08' W et 4° 36' W et les latitudes 10° 55' N et 11° 32' N. Il est partagé entre trois communes en l'occurrence : Bobo-Dioulasso, Bama et Péni. L'espace géographique du bassin contient le système d'eau associé à la rivière Kou. On y trouve des cours d'eau permanents, ainsi que des lacs, des mares et des sources (Guinguette, Peso, etc.). Selon [11], le climat de la zone est de type Sud-Soudanien et est caractérisé par l'alternance d'une saison pluvieuse (mai à octobre) et d'une saison sèche (novembre à avril). La zone sud-soudanienne ou zone pré-guinéenne ; c'est une zone pluvieuse et favorable à l'agriculture. Elle est caractérisée par une végétation abondante avec des forêts et de hautes herbes. La végétation est dominée par des savanes boisées et arborées. La plupart des formations forestières tirent leur existe à la présence des cours d'eau. La figure 1 présente la carte de localisation du bassin versant de la rivière Kou.

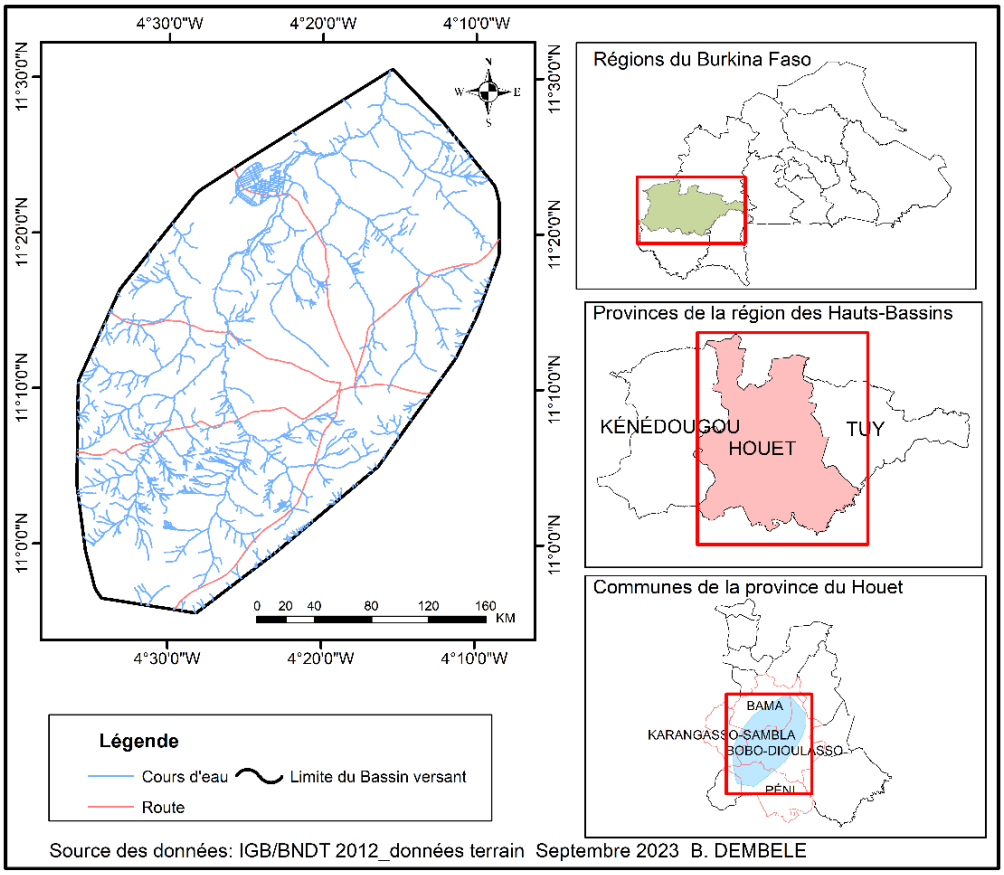

Fig. 1. Carte de la localisation du Bassin Versant de la rivière Kou

2.2 MATERIEL UTILISE

Les outils suivants ont été utilisés pour l'analyse et le traitement des données:

- Logiciel Envi 5.3: pour le traitement d'images satellitaires;
- Logiciel ArcGIS 10.5: pour éditer les cartes et générer les statistiques des différentes unités d'occupation du sol;
- Tableur Excel: pour la réalisation des tableaux;
- L'imagerie satellitaire Landsat 5, 6, 7 et 8:

Les données utilisées dans le cadre de notre étude sont du type Landsat TM et Landsat ETM+, scène 196/052 et scène 197/052. L'imagerie satellitaire a été utilisée pour faire ressortir les unités d'occupation des terres. Le choix de cette image se justifie par le fait qu'elle est catégorisée dans des images de moyennes résolutions (30 m) spatiales et est fréquemment utilisée dans les cartographies thématiques. Par ailleurs les images Landsat sont acquises gracieusement, avec l'appui technique de l'ONDD (Observatoire Nationale du Développement Durable) sur le site de l'USGS **http//earthexplorer.usgs.gov/.** Au total, nous avons téléchargé sur le web site 08 images satellitales à raison de deux images par année afin de différencier les sols nus en saison sèche de la zone inondable en saison pluvieuse pendant le traitement. Les images ont été prises aux mois de Mars (saison sèche) et de Septembre (saison pluvieuse). La période couverte par nos images est de 35 ans. Nous estimons que dans cet intervalle de temps les impacts du changement climatique sur les formations forestières sont bien perceptibles. Aussi, l'image de départ (1986) présente l'état des formations forestières juste après la grande sécheresse des années 1983-1984 dans les pays sahéliens. Dans ce travail, nous avons utilisé également la base de données administratives du Burkina Faso au 1/200 000 en fichier de forme Shapefile et raster (BDNT 2012 et BDOT 2012).

2.3 TRAITEMENT NUMERIQUES DES IMAGES SATELLITALES

La phase de traitement comporte deux sous étapes à savoir le prétraitement et la phase de traitement proprement dite.

2.3.1 PRETRAITEMENT

Il est indispensable de procéder aux prétraitements des images satellitales avant leur traitement proprement dit. La phase préliminaire de traitement des images satellitales consiste à éliminer les bruits radiométriques dans les bandes et à corriger les distorsions géométriques. Le prétraitement a commencé par la correction géométrique des images avec le logiciel Envi 5.3. Les images Landsat ont été géométriquement rectifiées à l'aide de points de calage géoréférencés en WGS 84 UTM zone 30 nord. Cette phase est très importante car elle permet non seulement la superposition des couches (opération indispensable pour les analyses multi temporelles), mais permet aussi d'améliorer la lisibilité des images [3].

2.3.2 COMBINAISON DES BANDES ET LA COMPOSITION COLOREE

Les images téléchargées ont été d'abord visualisées sur Envi pour vérifier leurs qualités. Lors des affichages nous avons combiné les bandes du proche infrarouge, rouge et vert (PIR/R/V) du capteur aux couleurs rouge, verte et bleue de l'écran. Suivant le capteur, deux types de compositions colorées dites « fausses couleurs", ont été effectuées. Il s'agit de type 4-3-2 pour le capteur TM et de type 5-4-3 pour le capteur OLI-TIR. Cette composition colorée permet une bonne séparation des eaux vis-à-vis des autres systèmes d'occupation du sol et une bonne discrimination entre les végétaux, les zones inondables et les surfaces cultivées.

2.3.3 ZONES D'ENTRAINEMENTS OU ROI CLASSES

Les sites d'entrainement ont été définis après la lecture documentaire sur le site et des activités de terrain. La vérification terrain a été faite sur la base d'une première classification de l'image 2020 à l'aide de 60 points de contrôle générés à partir de la même image classifiée et a permis d'établir une correspondance entre la composition colorée et les unités d'occupation des terres observées dans la zone d'étude et de faire ressortir 9 classes thématiques: les culture annuelles, les cultures irriguées, ls forêts claires, les forêts galerie, les habitats, les savanes arbustives, les savanes herbeuses, les savanes arborées et les surfaces en eau. Les résultats issus de ce traitement sont une carte matricielle des occupations des terres des années 1986, 2001, 2017 et 2021. La nomenclature des classes est inspirée de BDOT 2012.

2.3.4 CLASSIFICATION SUPERVISEE

Le principe de la classification supervisée est de fournir au logiciel qui effectue la classification, des échantillons de pixels représentant une région de référence homogène et dont on connait la nature (site d'entraînement ou d'apprentissage). L'algorithme utilisé est celui du maximum de vraisemblance qui repose sur la règle de Bayes et permet de calculer pour chaque pixel sa probabilité d'appartenir à une classe plutôt qu'à une autre. Le pixel est affecté à la classe dont la probabilité d'appartenance est la plus élevée.

2.3.5 POST CLASSIFICATION ET STATISTIQUES DES CHANGEMENTS

L'opération de post-classification des images a consisté à la validation de la classification. Cette validation a été réalisée à partir des points de contrôles terrain, des images à haute résolution (Google Earth), de la BDOT 2012 et de la comparaison des images classifiées et les compositions colorées.

D'abord, on a procédé à une comparaison visuelle de la composition colorée et l'image classifiée. Ensuite Google Earth et la BDOT 2012 ont été comparée à la classification réalisée pour vérifier la concordance. Les matrices de transition sont élaborées pour décrire les changements d'utilisation des terres pendant une période donnée [5]. Elles ont permis de mettre en évidence les transformations subies par les classes entre 1986 et 2001, entre 2001 et 2017, entre 2017 et 2021. Dans ces matrices, les lignes représentent la superficie de chaque classe de l'année la plus récente et les colonnes représentent celle de l'année antérieure et la diagonale de la matrice contient les proportions des superficies des unités qui sont restées inchangées entre les deux dates. Les transformations se font donc des lignes vers les colonnes. Les superficies des différentes classes d'occupation des terres ont été calculées à partir du croisement des cartes d'occupation des terres deux à deux à l'aide de la fonction « Intersect » de la boîte à outils. Des filtres ont par la suite été appliqués sur les images classifiées en vue de les rendre plus nettes en lissant les contours et en éliminant de pixels isolés. Il s'agit des filtres Siève, Clump, Minority/majority (3*3). Les

images filtrées ont été exportées en format Géo-tiff puis vectorisées. Cette vectorisation transférée sur ArcGIS a pour objectif d'estimer la superficie des différentes unités d'occupation des terres.

En résumé les opérations sur Envi 5.3, la sortie de validation terrain et enfin la cartographie sont les trois étapes (figure 2).

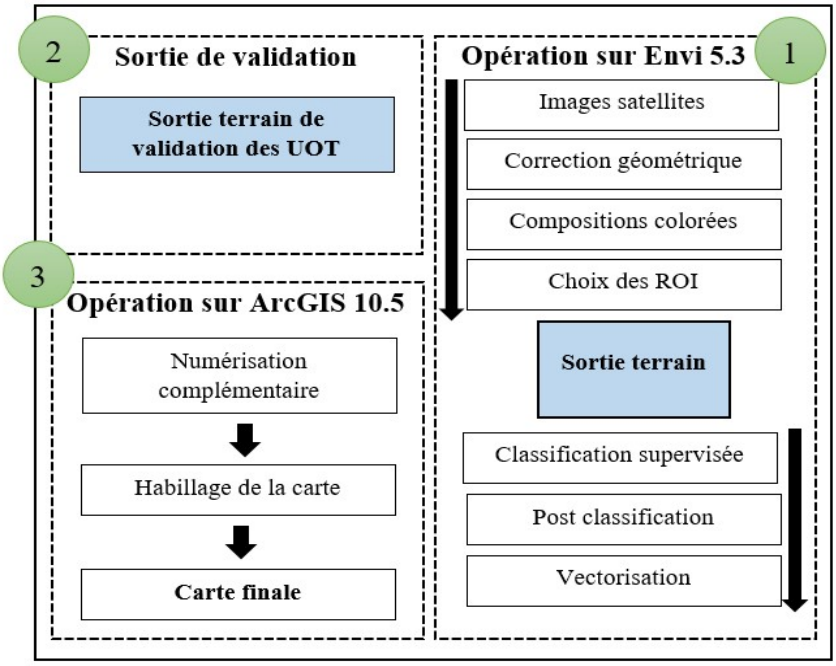

Fig. 2. Schéma méthodologique de traitement des images dans le cadre de l'étude

3 RESULTATS

3.1 VALIDATION DES CLASSIFICATIONS ET EDITION DES CARTES D'OCCUPATION DES TERRES

Neuf (9) classes d'occupation du sol ont finalement été cartographiées (Figure 2). Elles sont représentées par les cultures annuelles, les cultures irriguées, ls forêts claires, les forêts galeries, les habitats, les savanes arbustives, les savanes herbeuses, les savanes arborées et les surfaces en eau. La discrimination entre les différentes classes thématiques est statistiquement significative avec des précisions statistiques globales de 77,79% ; 80,09% ; 88,90% ; 88,71% et des coefficients Kappa de 0,76 ; 0,79 ; 0,88 et 0,88 respectivement pour les images de 1986, 2001, 2017 et 2021.

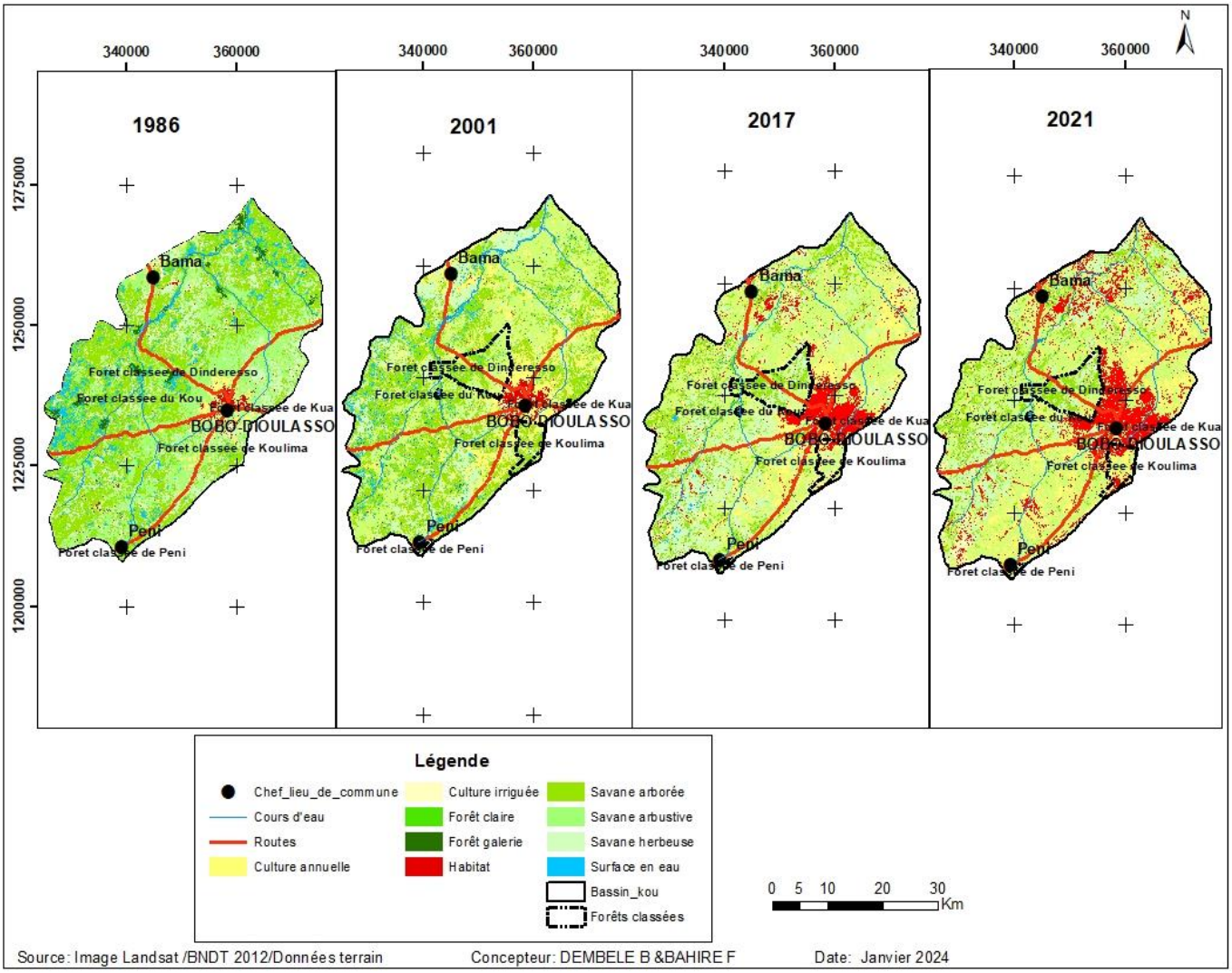

Fig. 3. Occupation des terres du Bassin versant du Kou en 1986, 2001, 2017 et 2021

3.2 ETAT DE L'OCCUPATION DES TERRES EN 1986, 2001, 2017 ET 2021

L'analyse des transferts d'occupation entre 1986 et 2021 montre essentiellement deux phénomènes : la réduction et l'ouverture du paysage. Les tableaux 1, 2 et 3 donnent les superficies des unités d'occupation en hectares et en pourcentage d'occupation dans le bassin versant aux différentes dates étudiées.

Pour ce qui est du transfert entre 1986 et 2001 (tableau 1), la réduction concerne la forêt claire (-4,76%), la forêt galerie (-22,24%), la savane arborée (-23,47%), la savane herbeuse (-14,74%) et la surface en eau (-36,27%). L'ouverture de paysage est aussi bien remarquée dans les zones anthropisées que dans des formations danses. Les zones des cultures annuelles (431,16%) et irriguées (343,67%) sont celles qui se sont beaucoup étendues. La savane arbustive s'est également étendue (11,72%).

Tableau 1. Evolution de l'occupation des terres de 1986 à 2001

	1986		2001		Ecart 1986-2001	
Unités d'Occupation	**Surfaces (ha)**	**%**	**Surfaces (ha)**	**%**	**Surfaces (ha)**	**%**
Culture annuelle	5005,50	2,70	26587,44	14,35	21581,93	431,16
Culture irriguée	593,91	0,32	2635,00	1,42	2041,09	343,67
Forêt claire	1253,16	0,68	1193,56	0,64	-59,60	-4,76
Forêt galerie	2313,15	1,25	1798,70	0,97	-514,45	-22,24
Habitat	2338,89	1,26	3301,22	1,78	962,33	41,14
Savane arborée	79581,90	42,94	60907,42	32,86	-18674,47	-23,47
Savane arbustive	42069,86	22,70	46999,14	25,36	4929,29	11,72
Savane herbeuse	40235,74	21,71	34303,18	18,51	-5932,56	-14,74
Surface en eau	11948,03	6,45	7614,45	4,11	-4333,58	-36,27
Total général	185340,14	100	185340,12	100		

De l'année 2001 à 2017, on observe également des transferts d'occupation (tableau 2). Les surfaces en eau (-90,84%) ont beaucoup régressé suivies de la savane arborée (-56,67%) et la forêt galerie (-33,53%). La superficie occupée par les habitats a augmenté considérablement (377,80%).

Tableau 2. Evolution de l'occupation des terres de 2001 à 2017

	2001		2017		Ecart 2001-2017	
Unités d'Occupation	**Surfaces (ha)**	**%**	**Surfaces (ha)**	**%**	**Surfaces (ha)**	**%**
Culture annuelle	26587,44	14,35	29020,07	15,66	2432,63	9,15
Culture irriguée	2635,00	1,42	2843,32	1,53	208,32	7,91
Forêt claire	1193,56	0,64	1142,61	0,62	-50,95	-4,27
Forêt galerie	1798,70	0,97	1195,58	0,65	-603,12	-33,53
Habitat	3301,22	1,78	15773,35	8,51	12472,14	377,80
Savane arborée	60907,42	32,86	26391,37	14,24	-34516,05	-56,67
Savane arbustive	46999,14	25,36	62974,01	33,98	15974,87	33,99
Savane herbeuse	34303,18	18,51	45302,70	24,44	10999,52	32,07
Surface en eau	7614,45	4,11	697,14	0,38	-6917,31	-90,84
Total général	185340,12	100	185340,16	100		

En 2021, excepté les cultures irriguées (61,87%), les habitats (69,34%) et la savane arbustive (20,01%) ; toutes les unités d'occupations de sol ont connu une diminution de leur superficie. Avec à la tête les surfaces en eau (-82,24%), suivi de la savane herbeuse (-34,54%) et la savane arborée (25,36%). Le tableau 3 présente l'évolution de l'occupation des terres de 2017 à 2021.

Tableau 3. Evolution de l'occupation des terres de 2017 à 2021

	2017		2021		Ecart 2017-2021	
Unités d'Occupation	**Surfaces (ha)**	**%**	**Surfaces (ha)**	**%**	**Surfaces (ha)**	**%**
Culture annuelle	29020,07	15,66	26749,49	14,43	-2270,58	-7,82
Culture irriguée	2843,32	1,53	4602,49	2,48	1759,17	61,87
Forêt claire	1142,61	0,62	1132,29	0,61	-10,32	-0,90
Forêt galerie	1195,58	0,65	1093,08	0,59	-102,50	-8,57
Habitat	15773,35	8,51	26710,72	14,41	10937,37	69,34
Savane arborée	26391,37	14,24	19699,30	10,63	-6692,08	-25,36
Savane arbustive	62974,01	33,98	75572,30	40,77	12598,29	20,01
Savane herbeuse	45302,70	24,44	29656,64	16,00	-15646,06	-34,54
Surface en eau	697,14	0,38	123,81	0,07	-573,33	-82,24
Total général	185340,16	100	185340,12	100		

3.3 TYPOLOGIE ET REPARTITION SPATIALE DES CHANGEMENTS INTERVENUS

Le tableau 4 présente la matrice de transition des occupations des sols de 1986 à 2001. L'analyse de cette matrice permet de quantifier la dynamique de chaque unité d'occupation des sols dans le bassin versant du Kou. Dans cet intervalle de temps, des espaces de cultures annuelles se sont transformés en savane herbeuse (502,40 ha), en savane arborée (436,95 ha), puis en zone d'habitation (389,43 ha). Pour les forêts claires, 254,56 ha se sont transformés en savane herbeuse pendant que 245,85 ha se sont mutés en savane arbustive. Les forêts galeries ont aussi connu une transformation. 1002 ha se sont transformés en savane arborée et 535,08 ha en savane herbeuse. En ce qui concerne la savane arborée, 24206,65 ha sont devenus de la savane arbustive et 15987,24 ha en savane herbeuse. Pendant ce temps 8328,19 ha de la savane arbustive se sont transformés en savane herbeuse.

Le tableau 5 présente la matrice de transition des occupations des sols de 2001 à 2017. De ce tableau, on observe que la zone des cultures annuelles s'est transformée en zone d'habitation (5137,61 ha), en savane arbustive (9305,14 ha) et en savane herbeuse (2551,15 ha). 375,1 ha de la forêt claire se sont transformés en savane arborée et 320,98 ha en savane arbustive. Quant à la forêt galerie, elle s'est transformée en savane arbustive (708,42 ha), en savane herbeuse (462,77 ha) et en savane arborée (436,83 ha). Pendant ce temps, la savane arborée s'est transformée en savane arbustive (19765,42 ha) et en savane herbeuse (18800,59 ha).

Le tableau 6 présente la matrice de transition des occupations des sols de 2017 à 2021. Au cours de cette période, des zones de cultures annuelles se sont transformées en savane arbustive (8093,04 ha) et en habitat (6383,01 ha). La forêt claire s'est transformée en savane arborée (416,48 ha) et en savane herbeuse (373,73 ha). La forêt galérie s'est transformée en savane arbustive (626,25 ha) et en savane arborée (296,98 ha). La savane arborée s'est transformée en savane arbustive (7624,39 ha) et en savane herbeuse (4952,47 ha). 5047,43 ha de la savane arbustive se sont mutés en savane herbeuse.

Ces données des matrices de transition traduisent au niveau des unités d'occupation du sol, la progression, la régression, et la stabilité de ces dernières.

De ce fait, ces matrices ont permis de dégager deux changements majeurs :

- L'augmentation en superficie des zones de culture et les zones d'habitation.
- La dégradation des formations forestières, marquée par une réduction des superficies des forêts claires, forêts galeries et les savanes.

Tableau 4. Matrice de l'occupation des terres de 1986 à 2001

		2001									
		Culture annuelle	Culture irriguée	Forêt claire	Forêt galerie	Habitat	Savane arborée	Savane arbustive	Savane herbeuse	Surface en eau	Total général
1986	Culture annuelle	3281,17	28,80	2,07	16,29	389,43	436,95	338,67	502,40	9,72	**5005,51**
	Culture irriguée	8,28	87,84	6,39	12,15	1,80	131,40	46,17	255,15	44,73	**593,91**
	Forêt claire	16,11	61,74	346,04	21,15		149,58	245,85	254,56	158,13	**1253,16**
	Forêt galerie	105,12	36,72	31,76	30,96		1002,00	377,01	535,08	194,49	**2313,15**
	Habitat	454,94	46,26	0,09	2,70	1240,11	222,73	146,49	222,95	2,61	**2338,89**
	Savane arborée	4740,82	1084,37	559,22	1055,01	104,98	27589,46	24206,65	15987,24	4254,14	**79581,90**
	Savane arbustive	11179,74	328,30	102,59	368,38	785,95	11751,12	8585,41	8328,19	640,19	**42069,86**
	Savane herbeuse	6494,28	559,09	25,42	144,45	775,53	15229,01	10528,21	5822,61	657,14	**40235,74**
	Surface en eau	306,97	401,88	119,97	147,61	3,42	4395,16	2524,72	2395,00	1653,31	**11948,03**
	Total général	**26587,43**	**2635,00**	**1193,56**	**1798,70**	**3301,21**	**60907,42**	**46999,18**	**34303,18**	**7614,45**	**185340,15**

Tableau 5. Matrice de l'occupation des terres de 2001 à 2017

		2017									
		Culture annuelle	Culture irriguée	Forêt claire	Forêt galerie	Habitat	Savane arborée	Savane arbustive	Savane herbeuse	Surface en eau	Total général
2001	Culture annuelle	8466,77	300,92	18,81	64,6	5137,61	736,39	9305,14	2551,15	6,03	**26587,43**
	Culture irriguée	252,34	154,8	27,81	42,84	276,66	713,79	696,31	450,46	19,98	**2634,99**
	Forêt claire	49,39	80,46	153,24	29,37	13,48	375,1	320,98	146,7	24,84	**1193,56**
	Forêt galerie	79,83	20,7	33,18	21,69	26,67	436,83	708,42	462,77	8,64	**1798,69**
	Habitat	127,41	9,36	0,09	0,81	2890,99	43,83	82,98	144,93	0,81	**3301,21**
	Savane arborée	8918,65	696,83	264,31	379,73	3047,09	8838,75	19765,42	18800,59	196,04	**60907,42**
	Savane arbustive	6235,28	560,78	257,66	224,22	2464,53	7227,16	16349,11	13427,84	252,58	**46999,17**
	Savane herbeuse	4659,7	765,63	275,61	309,27	1812,94	5524,84	13293,47	7540,95	120,75	**34303,18**
	Surface en eau	230,67	253,83	111,88	123,05	103,41	2494,66	2452,17	1777,3	67,47	**7614,45**
	Total général	**29020,07**	**2843,32**	**1142,61**	**1195,58**	**15773,35**	**26391,37**	**62974**	**45302,7**	**697,14**	**185340,14**

Tableau 6. Matrice de l'occupation des terres de 2017 à 2021

		2021									
		Culture annuelle	Culture irriguée	Forêt claire	Forêt galerie	Habitat	Savane arborée	Savane arbustive	Savane herbeuse	Surface en eau	Total général
2017	Culture annuelle	12997,66	380,69	5,67	50,06	6383,01	161,1	8093,04	948,65	0,18	**29020,07**
	Culture irriguée	214,72	603,47	21,42	55,53	587,57	429,37	575,59	302,11	53,53	**2843,32**
	Forêt claire	11,79	14,9	269,57	21,42	5,41	416,48	373,73	28,22	1,08	**1142,61**
	Forêt galerie	30,42	55,39	30,15	85,41	29,74	296,98	626,25	36,09	5,13	**1195,58**
	Habitat	1377,71	85,5	1,19	4,29	12078,08	21,52	1159,64	1041,91	3,51	**15773,35**
	Savane arborée	492,02	1143,98	470,58	226,01	438,85	11037,11	7624,39	4952,47	5,94	**26391,37**
	Savane arbustive	7058,53	1147,96	298,42	604,38	4239,61	4749,92	39813,78	5047,43	13,95	**62974**
	Savane herbeuse	4560,26	1057,26	33,03	39,03	2850,42	2394,08	17250,74	17109,42	8,46	**45302,7**
	Surface en eau	6,36	113,31	2,25	6,93	98,02	192,72	55,17	190,34	32,03	**697,14**
	Total général	**26749,48**	**4602,49**	**1132,28**	**1093,08**	**26710,72**	**19699,29**	**75572,32**	**29656,64**	**123,81**	**185340,14**

4 DISCUSSION

Les résultats issus des traitements montrent que les analyses faites sur les images satellites Landsat, à partir de classifications supervisées sont de bonne qualité avec des précisions statistiques globales de 77,79% (1986) ; 80,09% (2001) ; 88,90% (2017) ; 88,71% (2021). Avec 80%, [12] estiment que la qualité des images est suffisante pour que la détection des changements observés sur les images correspond à la réalité sur le terrain. La qualité de la classification est confirmée par les valeurs de l'indice de Kappa qui varie de 76% à 88%. Ces précisions satisfaisantes pourraient être liées à une meilleure description des classes d'occupation des terres lors de la phase terrain. Également le choix des parcelles d'entrainement des zones homogènes influence positivement la qualité de la classification d'image [6]. Ces cartes peuvent être validées, car les indices de Kappa et les taux de classification global sont supérieurs à 50% [13].

Sur la dynamique de la végétation, les résultats obtenus montrent une réduction de la couverture forestière (galérie forestière, les savanes et la forêt claire) de 1986 à 2021. Des travaux antérieurs [14], [15], [8], [12] ont fait le même constat

dans le Sud-Ouest du Niger, dans la préfecture de Yoto au Sud-Est du Togo, dans le bassin versant de Faga en zone Subsahélienne du Burkina Faso et dans la préfecture de Wawa au Togo. Cette dégradation du couvert végétal dans le bassin versant est principalement due à l'extension des champs et des zones d'habitation. Cette extension pourrait s'expliquer par la croissance exponentielle de la population humaine avec son lot d'usages concurrentiels des ressources forestières dont l'agriculture expansive, la coupe abusive du bois, les feux de brousses et le surpâturage [6], [8]. Les défrichements agricoles ont déjà été relevés comme un facteur important dans la dynamique régressive des ligneux par plusieurs auteurs [16]. La croissance démographique et certains modes d'exploitation sont mis en cause comme étant responsables de dégradation des terres ayant pour conséquence la perturbation des équilibres écologiques [14]. En Afrique subsaharienne, le manque de nouvelles terres agricoles et fertiles incite les populations à s'installer dans les réserves forestières [17]. La régression du couvert végétal s'est faite au profit des champs dont les superficies ont plus que doublé, passant de 20,2 % à 46,4 % entre 1984 et 2015 et s'explique par la mauvaise gestion des ressources naturelles [18]. En plus des actions anthropiques, le changement climatique est considéré comme source de la dégradation des écosystèmes forestiers. Les forêts galeries du Burkina Faso sont menacées de disparition sous l'effet des actions anthropiques et du changement climatique [19].

Une augmentation importante de la superficie des zones d'habitation a été observé au cours de cette période. On pourrait expliquer cela en partie par le nombre très élevé de promoteurs immobiliers intervenant dans la zone (communes de Bobo Dioulasso et Bama notamment). L'urbanisation ne semble plus épargner les forêts en périphérie des villes [20].

5 CONCLUSION

L'objectif de cette étude était d'examiner la dynamique spatiale entre 1986 et 2021, des différentes Unités d'Occupation du Sol (UOS), à partir des images satellitaires Landsat, afin de mieux interpréter les phénomènes liés à la modification du milieu. L'utilisation de ces images a permis de mettre en exergue les disparités spatiales de l'évolution du couvert végétal. La discrimination entre les différentes classes thématiques est statistiquement significative avec des précisions statistiques globales de 77,79% ; 80,09% ; 88,90% ; 88,71%. Les résultats ont montré une régression de la couverture végétale au profit des zones de cultures et d'habitation. Les zones d'habitation ont connu une augmentation de leur superficie à 377,80% entre 2001 et 2017. L'imagerie satellitaire Landsat se révèle comme étant un système de génération de l'information spatio-temporelle, et aussi comme outils d'aide à la décision pour les besoins d'aménagement. Dans la suite des travaux, une étude sur la phytodiversité des ligneux et des herbacées dans la bande de servitude de la rivière sera faite. Cela permettra d'avoir entre autres, la diversité des espèces végétales, la densité, la structure et le taux de couverture.

REFERENCES

[1] D.N.E. Thiombiano, N. Lamien, D.S. Dibong, I.J. Boussim et B. Belem, «Le rôle des espèces ligneuses dans la gestion de la soudure alimentaire au Burkina Faso», *Sécheresse,* vol. 23, no. 2, pp. 86-93. DOI: http://10.1684/sec.2012.0341, 2012.

[2] P.K.A. Gomgnimbou, W.P. Savadogo, J.A. Nianogo et J. Millogo-Rasolodimby, «Pratiques agricoles et perceptions paysannes des impacts environnementaux de la cotonculture dans la province de la Kompienga (Burkina Faso)», *Sciences & Nature,* vol. 7, pp. 165-175, 2010.

[3] S. Diallo, H.B. Nacro et A N'Diaye, «Efficience des stratégies endogènes d'adaptation du secteur agricole aux changements climatiques dans le bassin de la région de Thiès (Sénégal)», *Int. J. Biol. Chem. Sci*., vol. 11, no. 2, pp. 707-721, DOI: https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i2.14, 2017.

[4] D. Millogo, A.A. Nikiema, B. Koulibaly et N.P. Zombré, «Analyse de l'évolution de l'occupation des terres à partir de photographies aériennes de la localité de Loaga dans la province du Bal, Burkina Faso», *Int. J. Biol. Chem. Sci.* Vol. 11, no. 5, pp. 2133-2143. DOI: https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i5.16, 2017.

[5] Mama, B. Sinsin, C. De Cannière et J. Bogaert, «Anthropisation et dynamique des paysages en zone soudanienne au nord du Bénin», *Tropicultura,* vol. 31, no. 1, pp. 78-88, 2013.

[6] Tankoano, M. Hien, N.H. Dibi, Z. Sanon, Y.L. Akpa, V-C. Jofack Sokeng et I. Somda, « Cartographie de la dynamique du couvert végétal du Parc National des Deux Balé à l'ouest du Burkina Faso», *International Journal of Innovation and Applied Studies,* vol. 16, no. 4, pp. 837-846. DOI: http://www.ijias.issr-journals.org/, 2016.

[7] W.O. Ouédraogo, P.K.A. Gomgnimbou, S. Santi, D. Ilboudo et A. Toguyeni, «Quantification de la Biomasse et stockage du carbone du massif forestier de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts de Dindéresso province du Houet au Burkina Faso», *International Journal Biology Chemistry Science,* vol. 13, no. 7, pp. 3276-3288 DOI: https://doi.org/10.4314/ijbcs.v13i7.24, 2019.

[8] Kadéba, F.W. Kagambèga, S. Soulama, M. Schmidt, A. Thiombiano et J.I. Boussim, «Dynamique des unités de végétation et réponse des espèces ligneuses à la dégradation des terres en zone sub-sahélienne du Burkina Faso», *Rev. Ivoir. Sci. Technol.,* vol. 34, pp. 144 - 162 DOI: http://www.revist.ci, 2019.

[9] S. Soulama, A. Kadeba, B.M.I. Nacoulma, S. Traoré, Y. Bachmann et A. Thiombiano, «Impact des activités anthropiques sur la dynamique de la végétation de la réserve partielle de faune de Pama et de ses périphéries (sud-est du Burkina Faso) dans un contexte de variabilité climatique», *Journal of Applied Biosciences,* vol. 87, pp. 8047– 8064, DOI: http://dx.doi.org/10.4314/jab.v87i1.6, 2015.

[10] S. Paré, U. Söderberg, M. Sandewall et J.M. Ouadba, «Land use analysis from spatial and field data capture in southern Burkina Faso, West Africa», *Agriculture, Ecosystems & Environment,* vol. 127, pp. 277-285. DOI: https://doi.org/10.1016/j.agee.2008.04.009, 2010.

[11] Thiombiano, M. Schmidt, S. Da, K. Hahn- Hadjali, G. Zizka et R. Wittig, «Les plantes vasculaires: Les plantes à fleurs. In Atlas de la Biodiversité de l'Afrique de l'Ouest Tome II, Burkina Faso, Ouagadougou & Frankfurt/Main», pp. 184- 192, 2010.

[12] A.K.D. Hlovor, K. Adjonou, F.A. Dangbo, K.E. Abotsi, B. Afelu et K. Kokou, «Dynamique du couvert forestier dans la partie méridionale des monts Togo, Afrique de l'ouest», *Rev. Ivoir. Sci. Technol*., vo. 37, pp. 300-313, http://www.revist.ci, 2021.

[13] S.T.V. Kabba et J. Li, «Analysis of land use and land cover changes, and their ecological implication in Wuhan, China», *Journal of Geography and Geology,* vol. 3, pp. 104-118, DOI: https://doi.org/10.5539/jgg.v3n1p104, 2011.

[14] S. Atta, F. Achard et S.O.M. Mohamedou, «Evolution récente de la population, de l'occupation des sols et de la diversité floristique sur un terroir agricole du Sud-Ouest du Niger», *Science & Nature,* vol. 7, no., 2, pp. 119-129, DOI: https://doi.org/10.4314/scinat.v7i2.59948, 2010.

[15] K.D. Kpedenou, T. Boukpessi et T.T.K. Tchamie, «Quantification des changements de l'occupation du sol dans la préfecture de Yoto (Sud-Est Togo) a l'aide de l'imagerie satellitaire Landsat», *Rev. Sc. Env. Univ., Lomé (Togo),* vol. 13, pp. 1812-1403, 2016.

[16] P. Ozer, Y.C. Hountondji, A.J. Niang, S. Karimoune, O.L. Manzo et M. Salmon, «Désertification au Sahel: historique et perspectives», *BSGLG,* vol. 54, pp. 69-84. URL: https://popups.uliege.be/0770-7576/index.php?id=942&file=1, 2010.

[17] R.N. Gansaonré, J.B. Zoungrana et P.I. Yanogo, «Dynamique du couvert végétal à la périphérie du Parc W du Burkina Faso», *Belgio,* vol.1, DOI: 10.4000/belgeo.40786, 2020.

[18] O. Sambaré, S. Savadogo, L. Traoré, I. Ouédraogo et A. Thiombiano, «Structure et dynamique des espèces ligneuses des forêts-galeries des rivières et ruisseaux du secteur sud-soudanien du Burkina Faso», *Bois et Forêts des Tropiques,* vol. 345, pp. 25-42. DOI: https://doi.org/10.19182/bft2020.345.a31928, 2020.

[19] V.K.M. Kouassi, O. Kam et T.O.K. Kra, «Politique de gestion et dégradation persistante des aires naturelles protégées en Côte d'Ivoire: cas de la forêt classée de l'Anguédédou», *Vertigo,* vol. 23, no. 1 DOI: https://doi.org/10.4000/vertigo.39616, 2023.