

DYNAMIQUE D'OCCUPATION DES TERRES EN ZONES INONDABLES AU TCHAD : ANALYSE A PARTIR DU PAYSAGE AGROPASTORAL LA PLAINE INONDABLE DE NGOURKOSSO (SUD DU TCHAD)

MBAIRAM Célestin

Doctorant

Université de Maroua

celestinmbairam79@gmail.com

WATANG ZIEBA Félix

Maître de conférences

Université de Maroua

watangfelix@gmail.com

ZOUANAY Alexandre

Université de Maroua

azouanay@gmail.com

Résumé

Le paysage agroécologique de la plaine inondable de Ngourkosso regorge d'importantes ressources agropastorales qui contribuent à la satisfaction des besoins de base des populations locales. Les ressources telles que, les terres arables ; les ligneux ; l'eau et fourrage participent à la vie quotidienne des populations de cette zone soudanienne. Les sols entrent dans la production agricoles donc de l'alimentation humaine ; les fourrages et l'eau pour les bétails ; les ligneux pour les bois d'énergies, permettent la construction, la fabrication des outils aratoires et d'autres vertus médicales. En dépit de ces nombreux usages, ces ressources agropastorales ne bénéficient pas pour autant de l'attention particulière et connaissent des pressions dues à la forte occupation du sol par les activités humaines. En partant des enquêtes menées auprès de 347 ménages ; des relevés des terrains effectués dans des espaces exploités ou non ; et des levés cartographiques au GPS ; des images Landsat 05 TM+C1 (1986), 07 ETM+ CO1 (2000) et 08.OLI/TIRS (2022), cet article analyse la dynamique de l'occupation spatio-temporelle des ressources sur une période de 36 ans (1986-2022). Ces informations sont traitées par l'algorithme de Maximum de vraisemblance sur ENVI 6.3. Les résultats révèlent une dynamique régressive des formations naturelles au profit des activités anthropiques. Il résulte, sur plus trois décennies, les unités d'occupation des terres qui indiquent les transformations conduisant vers un déclin de la biodiversité de la zone. La dynamique du paysage montre globalement le taux des formations anthropiques de 86,65% entre 1986 à 2000 contre seulement 12,65% celles des ressources naturelles entre 2000 et 2022. La forte pression humaine exercée sur les ressources naturelles explique ce faible taux de formation naturelle dans la zone. En égard aux nombreux services rendus à la population, le paysage agropastoral mérite d'être protégé. Dans cette optique, une attention particulière devrait lui être accordée par les pouvoirs publics pour une durabilité de la plaine inondable.

Mots clés. *Dynamique, occupation, paysage agropastoral, ressources naturelles, plaine-inondable, Ngourkosso.*

Abstract

The agro-ecological landscape of the Ngourkosso floodplain is full of important agropastoral resources that contribute to meeting the basic needs of local populations. Resources such as, arable land; woody ones; Water and fodder contribute to the daily life of the populations of this Sudanian zone. Soils are used in agricultural production and therefore human food; fodder and water for livestock; woody trees for wood energy, allow construction, the manufacture of agricultural tools and other medical virtues. Despite these numerous uses, the agropastoral resources of the flood-prone landscape of Ngourkosso do not benefit from particular attention and are experiencing pressure due to the high occupation of the land by human activities. Based on surveys conducted with 347 households; land surveys carried out in exploited or unexploited areas; and GPS mapping surveys; Landsat images 05 TM+C1 (1986), 07 ETM+ CO1 (2000) and 08.OLI/TIRS (2022), this article analyzes the dynamics of the spatio-temporal occupation of resources over a period of 36 years (1986- 2022). This information is processed by the Maximum Likelihood algorithm on ENVI 6.3. The results reveal a regressive dynamic of natural formations for the benefit of anthropogenic activities. It results over more than three decades, the land occupation units indicate strong transformations leading to a decline in the biodiversity of the area. The dynamics of the landscape generally shows the rate of anthropogenic formations of 86.65% between 1986 and 2000 compared to only 12.65% of natural resources between 2000 and 2022. The strong human pressure exerted on natural resources explains this low rate of resources natural areas of the area. Given the numerous services provided to the population, the agro-pastoral landscape deserves to be protected. With this in mind, particular attention should be paid to it by public authorities for sustainable management of the floodplain.

Keywords: *Dynamics, occupation, agropastoral landscape, natural resources, floodplain, Ngourkosso.*

Introduction

Le paysage agroécologique des milieux soudaniens dispose d'énormes ressources naturelles renouvelables telles les terres, la végétation, les fourrages, la faune, les eaux etc. qui constituent la base fondamentale pour le développement économique et social de la population de cette zone, en majorité rurale. Ces ressources contribuent à la subsistance de 78% des populations et représente un maillon essentiel de la vie rurale (Kally. 2003). Dans les pays en développement d'Afrique subsaharienne qui correspondent à cet espace, l'exploitation des ressources agropastorales reste une option importante pour le développement socio-économique (Marshall et al., 2003). Dans cet espace le programme de sécurité alimentaire et de lutte contre la pauvreté

s'intéressent de plus en plus aux ressources à fonction multiple comme la terre, l'eau, les fourrages et la végétation (Bergonzini. 2004). La plaine inondable à l'Est de la région du Logone occidental, sud du Tchad, qui couvre les localités comprises entre 16°17' 24" ; 16° 25' 19" et 9° 14' 45" ; 9° 22' 45"(Fig.1), fait partie intégrante de cette zone subsaharienne qui regorge d'importantes ressources agropastorales où depuis plus de trois décennies, subi la forte pression d'occupation du sol. La démographie galopante et l'augmentation quasi-continue des surfaces agricoles, les bâtis et les surpâturages expliquent cette forte pression.

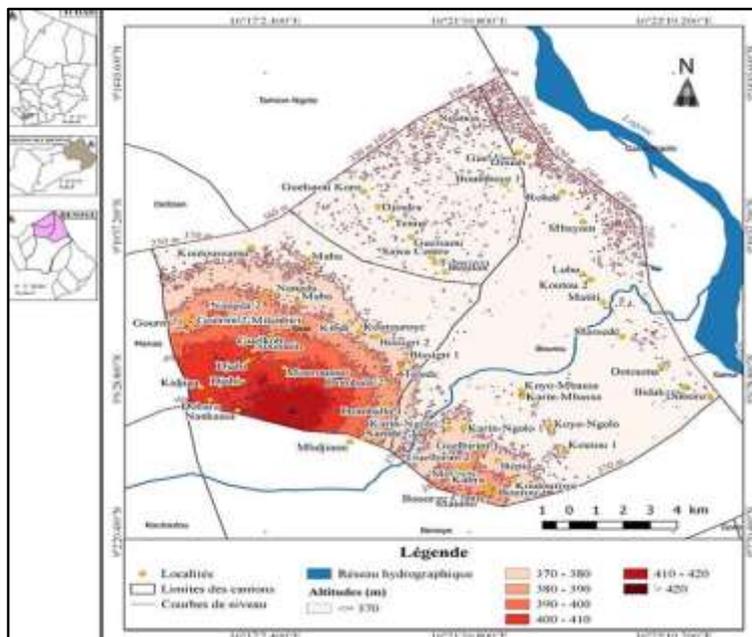
1. Matériels et méthodes

1.1. Site d'étude

L'étude a été menée dans la plaine inondable de Ngourkosso, Région du Logone Occidental, Sud du Tchad. Cette zone est située entre 16°17'24" et 16°25'19" longitude Est et entre 9°2'28" et 9°14'45" de la latitude Nord. Elle est limitée au Nord par la Tandjilé (Tamio Ngolo), au Sud par le chef-lieu de département de Ngourkosso (Bénoye) ; à l'Est par le fleuve Logone et à l'Ouest par le canton Manso et Koutoutou. Elle est caractérisée par un climat de type soudanien à une saison de pluie avec une pluviométrie annuelle comprise entre 800 et 1300 mm et une température moyenne annuelle de 26°C (DREM, 2016). Les sols sont diversifiés et composés des sols ferrallitiques, des sols bruns grisâtres correspondant à l'altitude 380 à 420 m, et des sols hydromorphes caractéristiques des sols des plaines inondables entre 250 à 370 m d'altitude (Fig.1). Les ressources agropastorales sont constituées par des savanes arborées, arbustives et herbeuses avec par endroit des forêts claires et galeries forestières. Les légumineuses dominent le type floristique avec les espèces comme le *Burkea*, le *Prosopis*, le *Parkia*, le *Pterocarpus*, le *Isobertinia* et le *Daniellia*. Elles sont progressivement remplacées par les genres *Combretum*, *Terminalia*, *Anogeisus* et *Sclerocarya* (*Anacardiaceae*) (Baohoutou, 2007). La faune est diversifiée et composée des espèces caractéristiques de la savane à savoir les Mammifères, les Primates, les Rongeurs et des milliers d'espèces d'oiseaux (Atlas, 2012). La population de la zone d'étude est essentiellement rurale avec comme activités principales l'agriculture extensive sur brûlis et l'élevage extensif dominé par la transhumance

(Mbaïram C. 2022). Ses cours d’eau sont constitués de cours d’eau permanent (fleuve logone) et ses affluents. La culture du riz, du coton, du maïs et du sésame sont très vulgarisées et insufflent la dynamique socio-économique locale.

Figure 1. Localisation de la zone d’étude



1.2. Méthodes et matériels

Orientés sur l’obtention des résultats et la portée sociale et utilitaire attendues de l’étude, la méthode est basée sur une démarche vers la réalisation des trois objectifs spécifiques susmentionnés. Pour cela, trois outils d’investigation, de collecte et analyse des données y afférentes sont utilisés: les données cartographiques; une revue de la documentation et une enquête socioéconomique auprès de populations.

1.2.1. Les données cartographiques

Il s’est agi : i) une acquisition, traitement et analyse par les procédés de SIG des images satellitaires obtenues; une compilation et une analyse de

la littérature cartographique disponible ; ii); iii) une collecte des données sur le terrain et enfin iv) une production finale des cartes. Eu égard, trois étapes essentielles ont été observées: l'acquisition des données, le traitement numérique de ces données et l'analyse des résultats.

1.2.1.1. Acquisition des données

Trois lots d'images satellitaires de haute résolution spatiale multi spectrales des capteurs Landsat 05TM+C1 (10 novembre 1986), Landsat 07 ETM+ (19 novembre 2000) et Landsat 08OLI-TIRS (13 novembre 2022) de WGS 84 ont été acquis et traitées à partir du logiciel Envi 6.3. Les scènes ont été choisies en période post saison pluvieuse, étant favorable à une bonne discrimination des unités d'occupation des terres dans la zone soudano-sahélienne (Zoungrana *et al.*, 2018). Des données cartographiques constituées d'une couche numérique géoréférencée du Tchad comprenant essentiellement les réseaux routiers et les entités administratives et les localités ont également été utilisées. Les données GPS (Global Positioning System) issues du terrain et Google Earth Pro ont été aussi utilisées pour compléter les informations.

1.2.1.2. Traitement des données

Les logiciels ENVI 8.3 et Arc GIS 10.5 ont respectivement permis la calibration, le traitement des images satellitaires, des analyses et restitutions cartographiques. Le GPS Garmin 78csx est utilisé pour localiser la position des différents points de contrôle. Plusieurs étapes ont été observées pour le traitement des images satellitaires.

1.2.1.3. Prétraitement des images

Les images ont été fournies après corrections radiométrique, géométrique et des effets atmosphériques à l'aide du logiciel ENVI 8.3. Pour ces images, aussi bien pour l'année 1986, 2000 que 2019, les bandes les plus discriminantes pour une étude du milieu naturel ont été choisies. Ces sont les bandes verte, rouge et proche infrarouge. Quant aux images Sentinelles, ce sont plutôt les bandes 3, 4 et 9 qui ont été combinées. Par la suite un ré-échantillonnage de ces images a été réalisé. Ainsi, ce lot d'Images Landsat de trois générations ont été mosaïquées pour permettre d'avoir un paysage continu du site à raison de chevauchement entre deux feuilles Landsat (183-054 et 183-055).

1.2.1.4. Traitement des images

Sous le logiciel de traitement d'image QGIS, le processus de classification a été opéré à travers la définition de la légende sur la base de renseignement des ROIs (Regions Of Interest). Le traitement numérique a été appliqué sur les images Landsat 8 tandis que les ROIs ont été définis sur les images Sentinel 2. L'algorithme Maximum de Vraisemblance (Maximum Likelihood) qui repose sur la règle de Bayes a été choisi pour la classification des images. C'est une méthode qui calcule la probabilité d'appartenance d'un pixel à une classe donnée plutôt qu'à une autre. Les pixels seront affectés à la classe pour laquelle la probabilité est la plus forte. La qualité de la classification obtenue a été évaluée à l'aide des paramètres calculés par la matrice de confusion que sont la précision globale et le coefficient Kappa. Les données de terrain, cartes thématiques et l'imagerie satellitaire à très haute résolution (Sentinel 2 et Google Earth) ont été utilisées pour le contrôle et ont servi comme deuxième outil qualitatif de validation des résultats. La dernière étape du traitement des images a abouti à la conception des cartes d'occupation des terres et surtout l'élaboration des statistiques. La vectorisation a consisté à la conversion des images classifiées du mode raster en mode vecteur (polygones) dans le but de faciliter leur gestion dans le module d'analyses SIG. Cette dernière étape nous a permis de calculer les superficies des différentes unités d'occupation de sol dans une période 36 ans.

1.2.2. Collecte et traitement des données socio-économiques

Sur un total de 694 exploitants, un échantillon de 347 a été constitué sur la base d'un échantillonnage stratifié et aléatoire. Soit 50% de la population des exploitants selon le sexe et le niveau d'instruction. L'unité statistique est femme ou homme ressortissant du territoire, âgé d'au moins 18 ans et ayant exploité la plaine au moins cinq années. Les outils utilisés sont : le guide d'entretien pour les sectoriels et les acteurs techniques, le questionnaire pour les exploitants, la grille d'observation pour les activités de terrain.

L'ensemble des informations collectées ont fait l'objet d'un dépouillement systématique et saisie sous les logiciels de statistiques dont R et SPSS. A cet effet les statistiques descriptives (fréquences et moyennes) sont appliquées pour établir la cause de la dégradation des ressources naturelles, l'impact de pression anthropique sur ces

ressources et l'évolution de la biodiversité. Par ailleurs, une analyse factorielle par correspondance (AFC) a été faite pour analyser les facteurs de la dégradation. Les informations qualitatives ont été regroupées par variables afin de tester la véracité des données.

En outre, la description des changements intervenus entre les périodes (1986-2000 et 2000-2022) est faite via la matrice de transition. Elle a permis de mettre en évidence les différentes formes de mutations subies par les unités d'occupation du sol, tout en décrivant les changements intervenus. Cette dynamique a été évaluée par la formule, $T = [(lnS2 - lnS1) / ((t2 - t1) \times lne)] \times 100$. S1 et S2 Superficies d'une unité paysagère à la date $t1$ et $t2$ respectivement ; $t2-t1$: Nombre d'années d'évolution ; ln : Logarithme népérien ; e : Base du logarithme népérien ($e = 2,71828$) qui permet de mesurer la croissance des agrégats macroéconomiques entre deux périodes (Berner, 1992). Il s'agit de déterminer le taux d'évolution moyen annuel de chaque classe d'occupation des terres en termes d'expansion et de régression entre deux périodes.

1.2.3. Les données secondaires et les informations qualitatives

La base théorique de cette étude s'appuie sur les recherches existantes. Cette étape a consisté à situer cet article dans un contexte global en géographie. Pour se faire la consultation des diverses productions scientifiques et de la littérature grise a été importante ; car elle a permis de regrouper les informations qualitatives en modalités de réponses et en des sous-thèmes directement exploitables. Pour ce type d'analyse, comme l'ont décrit les auteurs comme Langley (1997), Savoie-Zajc (2000). Les étapes furent la constitution en accord avec la question spécifique de la recherche, la lecture sous une grille de lecture, la classification en créant des catégories ou attribue au contenu du document et qui a permis de situer les données suivant les différentes catégories d'information. Elle a également permis de relever des divergences et les similarités des faits avec les études antérieures menées dans la zone.

2 Résultats et discussion

2.1 Résultats

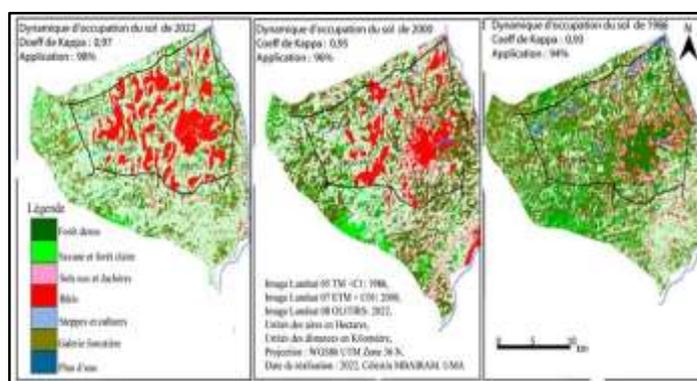
2.1.1. Dynamique des changements spatio-temporels de l'occupation des terres

Une planche cartographique été produite décrivant l'occupation des terres en 1986, 2000 et 2022.

2.1.2. Occupation des terres de 1986 à 2022

Les variables formations anthropiques et formations naturelles d'occupation du sol sont mis en exergue pour comprendre les interactions entre les deux variables. Cette séquence, évalue les pressions anthropiques sur les ressources agropastorales. La matrice de changement générée par les classifications supervisées et le croisement des cartes d'occupation du sol de 1986 et de 2022 dans la zone d'étude montrent une évolution au niveau des différentes unités géographiques d'occupation du sol. C'est la caractérisation des dynamiques d'occupation du sol par des formations, C'est-à-dire l'allocation d'espace naturel aux pratiques humaines. Ainsi, la physionomie du paysage naturel et le rythme des formations humaines de 1986 à 2022 dans la zone d'étude sont continus sur la planche 1 des figures.

Planche des Figures 1. Dynamique d'occupation des terres de 1986 à 2022.



Source. Levés des terrains et images satellite 1986 et 2022

La planche cartographique 1, présente les différentes physionomies des ressources agropastorales et les activités humaines la zone de 1986 à 2022. La carte A présente la physionomie du paysage de la plaine inondable en 1986. La carte B est le paysage de 2000. Enfin la carte C, c'est la physionomie de la plaine inondable en 2022. Les tableaux de la légende, présentent les calculs statistiques des aires d'évolution d'occupation des ressources de 1986 à 2000 et celles de 2000 à 202 dont les tendances du changement de leur superficie des années 1986 ; 2000 et 2022 dans la zone sont à souligner.

2.1.3. Evolution d'occupation spatiale en 1986

L'occupation du sol est une variable fondamentale dans l'étude de la dynamique paysagère de la zone d'étude. A cet effet, la physionomie de la plaine d'inondation de 1986 montre un paysage à prédominance d'éléments naturels avec un aspect continu sur l'ensemble de la zone. A cette période l'occupation du sol, la zone est dominée par des végétations denses. Les statistiques sur les superficies par hectare de différentes unités d'occupation des terres (UOT) obtenues par le traitement de l'image Landsat de la même période présente les étendues des ressources naturelles contenues dans le tableau.

Tableau 1. *Matrice des superficies des éléments d'occupation des sols de 1986*

Ressources agropastorales et les bâtis	Superficie en ha	Taux e %
Forêt	2521,4	20,7
Forêt claire/savane	1614,3	31%
Sol nu/jachères	253,2	13,3
Bâtis	633,4	6%
Culture/ steppe	1322,19	0,55%
Galerie forestière	3760,1	5,21%
Etang d'eau	67,9	11%

Total	12139	
-------	-------	--

Source. *Enquêtes de terrain (2022), d'image Landsat (1986)*

La matrice 1 présente les superficies des ressources naturelles de la zone de l'année 1986. En observant, la physionomie de la plaine de 1986 est dominée par la formation des éléments naturels. Pendant cette période, le tableau montre: 2521,4 ha de forêts denses soit un taux d'occupation de 20,7% ; 1614,3ha de forêt claire ou savane boisée soit 31% de taux et 3760,1ha de galerie forestière soit 5,21%. Ainsi, globalement 56,91% de taux d'occupation des ressources ligneuses auquel on ajoute 67,9 (11%) taux d'occupation des étangs d'eau.

Par ailleurs, la dynamique d'occupation du sol des activités anthropiques, notamment, (13,3%) de Sol nu/jachères ; 2,08% de Bâts et 0,55% de Culture est observée. Globalement, il ressort 26,93% de taux des formations humaines de la même année. C'est qui montre une faible marque des activités humaines au profit d'éléments naturels dominants dans la zone. Qu'en est-il de la dynamique d'occupation du sol en 2000 ?

2.1.4 Evolution d'occupation spatiale du sol de l'année 2000

En ce qui concerne l'état d'occupation du sol en 2000, la carte 2 de la planche 1 montre que les unités paysagères ont régressés par rapport à l'année 1986. La marque anthropique est sensiblement en hausse en 2000. Ainsi, la lecture d'occupation du sol de 2000 indique que les activités humaines ont significativement dominée la zone par rapport éléments naturels. Les statistiques des superficies et les taux d'occupation du sol de 2000 contenus dans le tableau 2, sont illustratifs.

Tableau 2. *Evolution d'occupation des terres en hectare de 2000*

Ressources naturelle et artificielles	Superficie de 2000 en ha	Taux en %
Forêt	2588,16	13%
Forêt claire/savane	2352,24	11,6%

Sol nu/jachères	2724,12	14,3%
Bâtis	3107,54	15,5%
Cultures	7860,42	39%
Galerie forestière	572,66	2,8%
Etang d'eau	14,85	0,07%
Total	20107,43	97,27%

Source. *Image landsat 7 ETM+ et levés des terrains, 2000*

Dans le tableau 2 de l'année 2000, les taux d'occupation des thèmes se répartissent comme suit : les cultures occupent 39% de l'espace ; 14,3% des terres nues dans la zone. Les bâtis gagnent 15,5% des superficies dans la zone d'étude. En général, les activités humaines occupent un total de 68,8% de taux d'occupation du sol en faisant régresser drastiquement les ressources naturelles en 2000 ainsi qu'il suit : les superficies des forêts denses 13% ; des forêts claires/savane 11,6% ; des galeries forestières (2,8%) et des étangs d'eaux (0,07%). C'est une évolution régressive des éléments d'ordre de 27,27% de taux d'occupation du sol de cette date. En dépit de cette hausse des pressions anthropiques, la situation continue en 2022, les mosaïques d'activités humaines progressent en défaveur des ressources agropastorales de la zone.

2.1.5. Dynamique spatiale d'occupation des sols de l'année 2022

L'observation de l'image satellite optique par capteurs TM (Thematic Mapper) et Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM) Landsat, a permis la vue de l'occupation du sol et l'établissement des calculs des étendues des ressources et les bâtis de la plaine inondable des années 2022. L'interprétation de cette image montre une densification et des

mosaïques des sols nus, de bâtis, de cultures et jachères dans l'ensemble de la plaine inondable, exceptées les parties d'occupation récente à l'Est où on observe que la présence des formations naturelles semble se renforcer. La matrice du tableau 3 des statistiques des taux d'occupation des ressources des années 2022, présente les différentes étendues à la fois pour les ressources agropastorales et pour les activités des ménages.

Tableau 3. *Matrice des taux d'occupation du sol de l'année 2022*

Ressources et bâtis	Superficie en 2022	Taux d'évolution en%
Forêt	620,784	3%
Forêt claire/savane	1702,89	7,23%
Sol nu/jachères	5603,6	24%
Bâtis	6865,52	29,15%
Culture/ steppe	9185,42	39%
Galerie forestière	560,39	2,37%
Etang d'eau	11,52	0,05%
Total	23550,124	

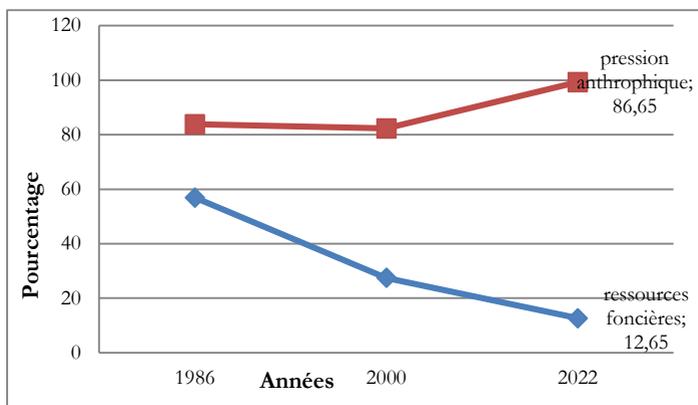
Source. *Enquête de terrain / image satellite avril 2022*

Le tableau 3 présente la synthèse des statistiques d'occupation du sol de l'année 2022. Il résulte de l'observation de cette illustration que, l'occupation du sol est dominée par les mosaïques de formations anthropiques. Les cultures occupent des taux d'occupation respectifs de 39% ; 29,15% ; (24%) et (7,23%) soit un total de taux de 86,65% des formations anthropiques. La formation des ressources agropastorales couvre 620,784 ha (3%) de la forêt dense ; forêt clair ou savane boisée 1702,89 ha (7,23%) ; galerie forestière 560,39 ha (2,37%) de superficies. Les étangs d'eaux couvrent 11,52 ha (0,05%) soit un taux global de 12,65% de couverture spatiale des ressources naturelles en 2022.

Il ressort de cette analyse que les œuvres anthropiques dominent largement sur la formation naturelle des ressources agropastorales : 86,65% contre 12,65% en 2022. Ainsi, au fur et à mesure que les actions anthropiques augmentent, les ressources agropastorales se rétrécissent et se dégradent davantage. C'est ainsi qu'en période de 36 ans la courbe d'évolution de l'occupation du sol des ressources

agropastorales est en dessous de celles des pressions anthropiques dont la figure 2 en illustre.

Figure 2. Evolution des ressources et des pressions de 1986 à 2022



Source. *Enquête de terrain, avril 2022*

La figure 2 montre deux phénomènes évolutifs. Les ressources en régression sous l'effet de la hausse des pressions anthropiques de la zone d'étude. Ainsi, l'allure du polygone indexe une diminution des ressources naturelles de 56,9% en 1986 et de 27,47% en 2000. En 2022 sous la pression anthropique née d'activités humaines, les ressources ont régressé de 12,65%. Par contre les activités humaines se développent à une vitesse exponentielle dans la zone. A cet effet régressif des ressources agropastorales disponibles contre l'ascendance des pressions anthropiques, il ressort que les ressources agropastorales peinent à s'épanouir. Par ailleurs cette emprise humaine sur les ressources naturelles entre 1986-2022 n'est pas de moindre.

2.1.5. Pertinence des changements spatiaux entre 1986-2000 et 2000-2022

Deux situations existent. Il s'agit du premier cas qui relève des mutations au niveau des unités d'occupation du sol ; du deuxième cas qui explique les situations des unités d'occupations du sol n'ayant subis aucun changement. En effet, il importe de souligner que les changements intervenus au sein d'une même unité d'occupation telle que, la forêt dense devenue savane claire ou une steppe est une modification observée. Par contre « sans le changement », consiste à l'ensemble des éléments d'occupation des sols restant les mêmes entre les amplitudes annuelles 1986-2000 et 2000-2022. Le tableau 34 illustre les calculs statistiques des dynamiques d'occupation des aires des éléments des ressources naturelles et les formations humaines entre l'année 1986 ; 2000 et 2022.

Tableau 4. Détection des unités d'occupation du sol entre 1986-2000 et 2000-2022

Ressources	Evolution entre 1986-2000(en ha)			Evolution entre 2000-2022(en ha)		
	Surf /1986	Surf /2000	Evolution	Surf en 2000	Surf 2022	Evolution
Forêt	2521,4	2288,16	-233,24	2288,16	620,784	- 1666,37
Forêt claire/savane	1614,3	2352,24	+737,94	2352,24	2702,89	350,65
Sol nu/jachères	253,2	2724,12	+2471,02	2724,12	5603,6	+2879,48
Bâties	633,4	1107,54	+474,14	1107,54	1865,52	+757,96
Culture/steppe	1322,19	7860,42	+6538,23	7860,42	9185,42	+1325
Galerie forestière	3760,1	5726,61	-2000	3760,1	3560,39	-199,71
Etang d'eau	67,9	14,85	-53,05	14,85	11,52	-3,33
Total	12139	20107,43		20107,43	23550,124	

(-) régression, (+) Progression.

Source. *Enquête de terrain Février 2022*

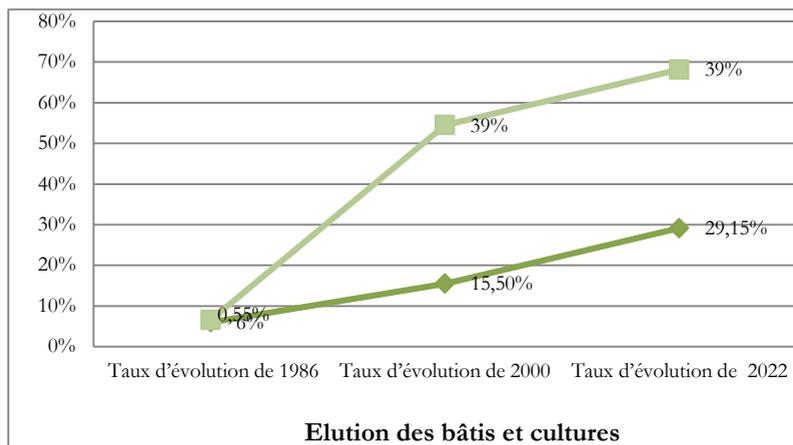
L'observation du tableau 4, montre les superficies des ressources agropastorales en régression par rapport aux activités humaines. Les pratiques anthropiques en hausses. On observe respectivement les bâts,

les cultures, sols nus et les jachères occupant +737,94 ha ; +2471,02ha ; +474,14 et +6538,23 ha des superficies en 14 années. On observe au contraire -233,24 ha des des forêts ; -2000 ha des galeries forestières et -53,05 de planques d'eau dans la même période (1986-2000). Il résulte une disparition de la couverture naturelle et une augmentation de la pression anthropique née de la mobilité rurale basée sur la surexploitation et le surpâturage dans la plaine. La matrice 4 en illustre bien les faits laisse présager les pressions cumulées aux effets dommageables sur les ressources agropastorales dont la dynamique de 1986 à 2022 peut le souligner.

2.1.5. Dynamique des formations anthropiques de 1986 à 2022

La transformation, les changements d'occupation spatiale du sol sont dus à l'évolution croissante des formations anthropiques. Les taux d'évolution issus des images diachroniques de 1986 à 2022 ont mis en exergue des changements croissants des formations anthropiques qui ont beaucoup affecté les espaces naturels en termes de conversion dont les formations des ressources agropastorales. C'est-à-dire la végétation se transforme en steppe arbustive et la savane arborée en arbuste. C'est une modification d'état environnemental dont les ressources en terres arables ; les ligneux et les régimes d'eaux ont été affectés par les effets du foisonnement des pressions et des pratiques agropastorales dans la zone. Les éléments structurants contribuent à l'évolution paysagère sont les marques d'intensification et d'évolution croissante des pratiques paysannes (figure3).

Figure 3. Taux d'évolution des formations naturelles et humaines



Source. *Levés de terrain avril 2022/ images landsat*

La figure 3 montre l'évolution de formations anthropiques prédominant sur les ressources naturelles de la plaine inondable. Il ressort que les bâtis sont passés de 6 % à 15,50 % de 1986 à 2000, Soit un taux d'augmentation de 9,50% en 14 ans. La situation est particulièrement différente en 2022 avec un taux des bâtis de 29,15% ha. Soit un taux d'accroissement des bâtis de 13,65 % en 22 ans. De 2000 à 2022 le foisonnement des activités humaines dans l'espace donne un taux de 39 % d'occupation des terres. Ce foisonnement des pratiques humaines couplées aussi bien aux effets naturels sont discutables.

3. Discussion

A partir des images satellitaires Landsat 05 TM+C1(1986), 07 ETM+CO1(2000) et 08.OLI/TIRS (2022, à 30 m de résolution spatiale chacune), l'on a pu apprécier les changements spatiotemporels de l'occupation des terres dans la zone agropastorale de la plaine inondable de Ngourkosso. Les cartes d'occupation des terres pour les années

1986, 2000 et 2022 obtenues ont permis de ressortir et d'apprécier les différentes superficies de chaque Unité Agropastorale d'Occupation des Terres (UAOT). En effet l'étude montre rôle indispensable que joue l'imagerie satellitaire dans le processus de caractérisation et d'aménagement des écosystèmes. Cette situation relevée à Ngourkosso est celles des auteurs, (Madjigoto *et al.*, 2015 ; Brun *et al.*, 2018 ; Kpedenou, 2016 ; Temgoua *et al.*, 2018) ou la dynamique des paysages agropastoraux confirme ces variabilités des UAOT par l'usage d'images satellitaires au moyen des procédés de télédétection et des SIG. L'utilisation de la classification supervisée par l'algorithme du « Maximum de vraisemblance » dans la caractérisation de l'occupation des terres a été effectuée avec succès dans la zone pour les trois images. Les UAOT ont été discriminées dans nos résultats avec une précision statistique significative (indice de Kappa de 98 %). Ce qui traduit un meilleur taux de classification des unités d'occupation des terres confirmé par les travaux de (Pontius, 2000). Par ailleurs, les confusions entre les cultures et les jachères et entre les savanes arbustives et les savanes herbeuses ont été observées dans la zone. Ces confusions sont dues à des réponses spectrales similaires pour certaines formations naturelles comme relever aussi par (Diallo *et al.*, 2011). Dans cette étude, les classes cultures-jachères, savanes arbustives-herbeuses montrent quelques erreurs de confusion. La difficulté à discriminer visuellement ces classes peut être due à des signatures spectrales similaires. Cependant, les valeurs de ces erreurs de confusion enregistrées restent faibles. L'analyse de la dynamique du paysage des unités d'occupation des terres du paysage écologique montre que l'ensemble des formations naturelles font de plus en plus place aux formations anthropiques (champs jachères, bâtis 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 1986 et 2022. Le taux annuel de régression constaté au niveau des formations naturelles est d'environ - 2,08 % pour la période 1986-2000 et de -4,81 % au cours de la période 2000-2022. Les changements les plus remarquables ont eu lieu pendant la deuxième diachronie (2000-2022). Ce taux est en deçà de la moyenne nationale (0,6%) par an selon la FAO (1995). Il reste cependant légèrement inférieur à celui de 2% par an, taux révélé par les travaux de Madjigoto *et al.* (2015) dans la zone soudanienne du Tchad durant la période 2000-2010. Plusieurs

auteurs sont parvenus à ce même fait notamment Hountondji (2008), qui a montré que dans les zones soudaniennes et soudano-guinéennes, le taux de diminution moyen annuel de la forêt dense sèche et des galeries forestières est estimé à 2,8 %. Cette tendance régressive des formations naturelles de la zone d'étude est surtout imputable à l'agriculture, le surpâturage, du prélèvement de bois- énergie, des feux de brousse et la mobilité rurale. C'est le cas certaines villes et/ou localités africaines notamment le pays Guiziga au Cameroun, Cotonou (Ganota Boniface, 2016, Watang Ziebe Félix *et al.*; Madjigoto *et al.*, 2015), ou on note pressions sur les territoires et les ressources naturelles au nord-Cameroun due à la mobilité humaine et pratiques humaine et de besoins élevés en espaces pour les spéculations agricoles et en ressources ligneuses boisées. De ce fait, l'ampleur de la perte des ressources agropastorales pourrait donc impacter la régulation du climat tout en perturbant les conditions socio-économiques de la population rurale qui en dépend directement. Cet article montre que les activités anthropiques constituent l'un des facteurs responsables de la dynamique d'occupation des ressources agropastorales de Ngourkosso. Ce phénomène est amplifié par une démographie relative à un taux annuel d'accroissement très élevé. 2,4 % en 1989 et 3,9 % en 2009 (RGPH2-ISEED, 2009). En raison de ses fortes potentialités agroécologiques, le la plaine inondable de Ngourkosso est devenue par ailleurs un milieu d'attraction pour des migrants agropastoraux en provenance du Nord du pays et des pays voisins (Centrafrique et Cameroun). Ce qui justifie que l'accroissement constant des formations anthropiques comme un facteur au destructeur de ressources naturelles de la zone qui concorde avec ceux de Madjigoto *et al.* (2015) et de Temgoua *et al.* (2018). Pour eux, les activités agricoles constituent les causes majeures des mutations et de dégradation des ressources dans la zone soudanienne du Tchad. D'autres facteurs non moins importants que sont les variations climatiques caractérisées à la fois par les inondations et les poches des sécheresses influencent également la dynamique des ressources agropastorales. Elles provoquent le stress, l'engloutissement et une pression sur les ressources. Ces aspects relevés dans la plaine inondable de Ngourkosso sont ceux de Wezel (2004) et Brun *et al.* (2018) qui ont montré qu'en zone soudano sahélienne, les facteurs de dégradation du paysage sont non seulement liés aux aléas climatiques, mais surtout aux activités anthropiques. 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 agropastorales non rationnelles.

Conclusion

En somme, il ressort, à partir de l'analyse de la dynamique d'occupation des terres de la plaine inondable que, sur une période de 36 ans, les formations naturelles ont régressé au profit des formations anthropiques caractérisées essentiellement par les mosaïques cultures-jachères et les bâtis. Plusieurs unités naturelles que regorge ce paysage, sont aujourd'hui très régressées et totalement dégradées en raison des pressions diverses d'origine anthropique. Les changements les plus significatifs ont été observés pendant la période de 14 à 22 ans, avec de taux annuel de formation naturelle de -4,81 % en deçà de 0,6% moyenne nationale. Eu égard de leur importance dans la vie de la population et dans les écosystèmes soudanais, il est nécessaire pour les acteurs locaux et étatiques de favoriser de restituer et régénérer ces ressources naturelles. Pour ce fait, l'Etat devrait planifier les actions d'intervention en faveur de la régénération, par exemple sur un pas de temps de cinq ans, créer et organiser des zones spécialisées consentantes qui devraient servir de rotation et assolement entre d'agriculture et l'élevage, de sorte que les acteurs, progressivement s'en approprient et bénéficient la présence de l'une ou l'autre activité en mettent moins de pression sur les formations naturelles et qu'en même temps le paysage naturel se régénère et garnit des ressources dans dix et vingt ans à venir.

Références bibliographiques

- Akognongbe, A., Abdoulaye, D. & Vissin, E. W** (2014), *Dynamique de l'occupation du sol dans le bassin versant de l'Oumé à l'exutoire de Bétérou* (Bénin). *Afrique Science*, p 228 242.
- Anderson, James R. et al.**, (1972), *A land-use classification system for use with remote-sensor data*: U.S. Geol. Survey Circ. 671, p16.

- Arouna, Etene et Issiako D** (2016), *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*, p: 10531-10542.
- Baohoutou** (2007), *Les précipitations en zone soudanienne tchadienne durant les quatre dernières décennies (1960-1999), Variabilités et impacts*. Thèse de Doctorat de Géographie, Université de Nice, 231p.
- Bernier, B** (1992), *Introduction à la macroéconomie*. Dunod, Paris, 217 p.
- Bounoua L. DeFries R., Collatz G. J., Sellers P. & Khan H** (2002), *Effects of Land Cover Conversion on Surface Climate*. *Climatic Change*, p 29–64.
- Boseru P, E** (1970), *Evolution agraire et pression démographique*, Flammarion, p219.
- Burel Felix. et Baudry J** (1999), *Écologie du paysage. Concepts, méthodes et applications*, Paris, Tec. & Doc et Paolini C (2007), *Increase disolation of two Biosphere Reserves and Surrounding Protected Areas* (Wap: Warly-Pendjari. *Ecological Complex, West Africa*). *Journal for Nature Conservation*. 26-40p.
- Collinge S.K** (1998), *Spatial arrangement of habitat patches and corridors: clues from ecological field experiments*. *Landscape and Urban Planning*. 157-168p.
- Diallo H, Bamba et al.,** (2011), *Effets combinés du climat et des pressions anthropiques sur la dynamique évolutive de la végétation d'une zone protégée du Mali (Réserve de Fina, Boucle du Baoulé). Sècheresse*, p 97-107.
- DREM-Tchad** (2016), *Rapport annuel des données météorologiques pour la campagne agricole 2015/2016*. 82 p.
- FAO** (2012), *Appui à la formulation d'une stratégie et d'un plan d'action de la foresterie urbaine et périurbaine à N'Djaména*. 59p
- Plateforme WISDOM pour N'Djaména** (2003), *Diagnostic et cartographie de l'offre et de la demande en combustibles ligneux*. Document de travail sur la foresterie urbaine et périurbaine N°8. 78 p.
- Rome., Hountondji H.Y.C** (2008), *Dynamique environnementale en zones sahélienne et 27-31 mai 2002*, Garoua, Cameroun, 9 p.
- Ganota Boniface** (2016), *Dynamique des Balanites aegyptiaca au sud de la région de l'Extrême-nord*. Ouvrage édition clé Yaoundé, Cameroun. 65-84 p.
- Watang ziébe Félix, Kossoumna Liba'a Natali, Gonne Bernard** (2016), *Pressions sur les territoires et les ressources naturelles au nord-Cameroun, Enjeux environnementaux et sanitaires* Ouvrage collectif. éds Clé Yaoundé, Cameroun. 289p

- FAO** (2016), *Situation des forêts du monde. Forêts et agriculture : défis et possibilité concernant l'utilisation des terres*. Rome (Italie), 137p.
- FAO & PNUE** (2020), *La situation des forêts du monde : Forêts, biodiversité et activité humaine*. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca8642fr>.
- Ngoufo, BR** (2010), *Comités locaux de développement et dynamiques rurales à l'ouest Cameroun : le cas de l'arrondissement de Batcham*, mémoire de master en géographie 128p
- Ntoupka, M** (1999), *Impacts des perturbations anthropiques (Pâturage, feu, et coupe de bois) sur la dynamique de la savane arborée en zone soudano-sabélienne Nord du Cameroun*. Thèse, Université Paul Valéry- Montpellier III. 230-245p.
- Reonodji F** (2002), *Pratiques agrosylvopastorales et stratégies de gestion des ressources naturelles dans les savanes du Tchad. Une étude de cas réalisée dans le terroir de Ngoko, Actes du colloque Sociologie, option population et développement, université de Yaoundé I, 192p.*
- Watang Zieba F** (2009), *Muskumwari, immigration et mutations spatio-agricoles en pays guiziga (Extrême-Nord du Cameroun)*. Thèse de doctorat en géographie, Université de N'Gaoundéré. p
- Yengué J-L** (2000), *L'évolution du couvert ligneux dans l'Extrême-Nord du Cameroun. Utilisation de la photographie aérienne et de l'imagerie satellitaire*. Thèse de Doctorat de l'Université de Paris I-Panthéon-Sorbonne. 298p