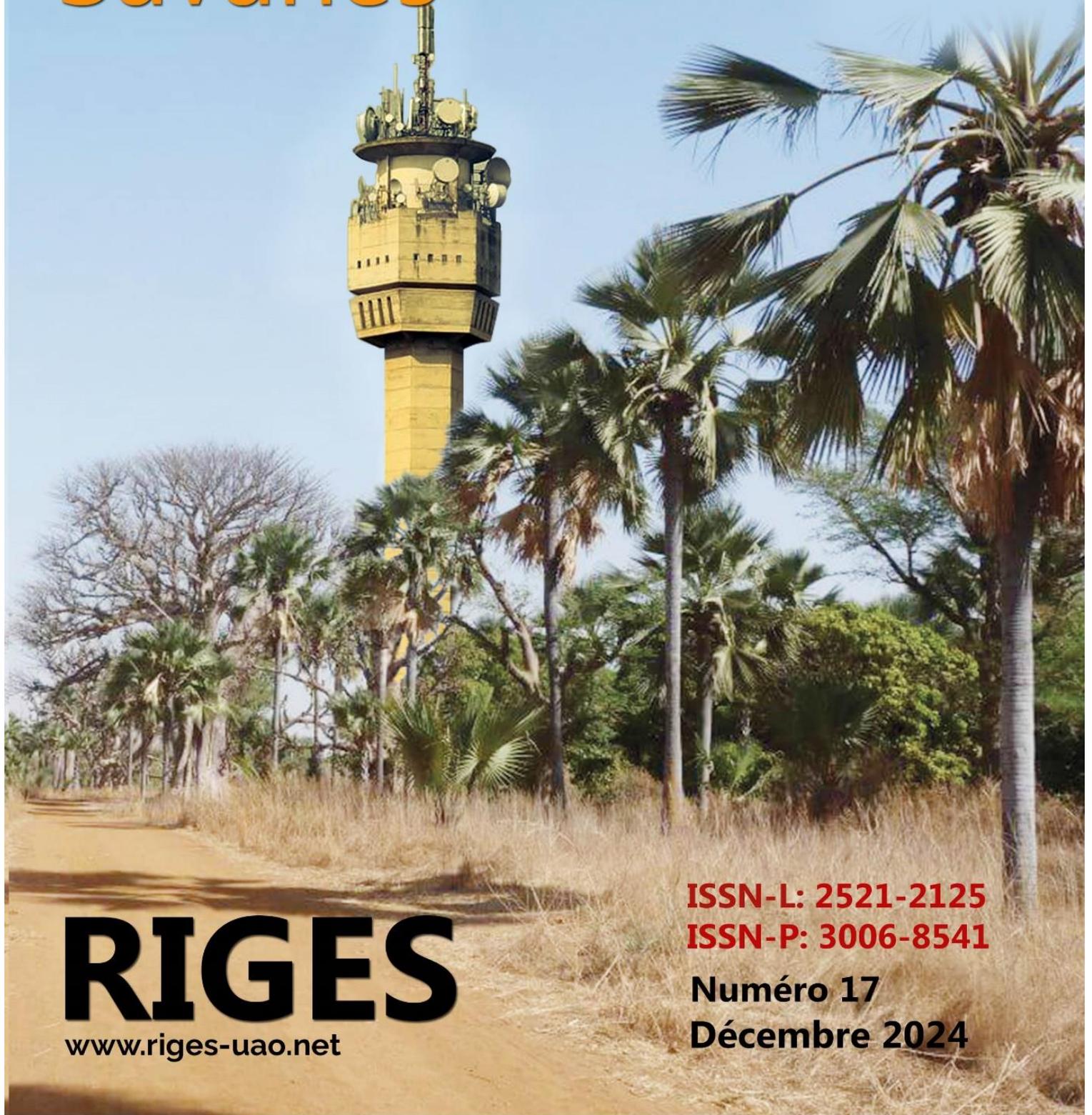


# Revue Ivoirienne de Géographie des Savanes



# RIGES

[www.riges-uao.net](http://www.riges-uao.net)

**ISSN-L: 2521-2125**

**ISSN-P: 3006-8541**

**Numéro 17**

**Décembre 2024**



Publiée par le Département de Géographie de l'Université Alassane OUATTARA de Bouaké

# INDEXATIONS INTERNATIONALES



<https://journal-index.org/index.php/asi/article/view/12202>

**Impact Factor: 1,3**

## SJIF Impact Factor

<http://sjifactor.com/passport.php?id=23333>

**Impact Factor: 7,924 (2024)**

**Impact Factor: 6,785 (2023)**

**Impact Factor: 4,908 (2022)**

**Impact Factor: 5,283 (2021)**

**Impact Factor: 4,933 (2020)**

**Impact Factor: 4,459 (2019)**

## ADMINISTRATION DE LA REVUE

### *Direction*

**Arsène DJAKO**, Professeur Titulaire à l'Université Alassane OUATTARA (UAO)

### *Secrétariat de rédaction*

- **Joseph P. ASSI-KAUDJHIS**, Professeur Titulaire à l'UAO
- **Konan KOUASSI**, Professeur Titulaire à l'UAO
- **Dhédé Paul Eric KOUAME**, Maître de Conférences à l'UAO
- **Yao Jean-Aimé ASSUE**, Maître de Conférences à l'UAO
- **Zamblé Armand TRA BI**, Maître de Conférences à l'UAO
- **Kouakou Hermann Michel KANGA**, Maître de Conférences à l'UAO

### *Comité scientifique*

- **HAUHOUOT Asseypo Antoine**, Professeur Titulaire, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)
- **ALOKO N'Guessan Jérôme**, Directeur de Recherches, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)
- **BOKO Michel**, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi (Benin)
- **ANOH Kouassi Paul**, Professeur Titulaire, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)
- **MOTCHO Kokou Henri**, Professeur Titulaire, Université de Zinder (Niger)
- **DIOP Amadou**, Professeur Titulaire, Université Cheick Anta Diop (Sénégal)
- **SOW Amadou Abdoul**, Professeur Titulaire, Université Cheick Anta Diop (Sénégal)
- **DIOP Oumar**, Professeur Titulaire, Université Gaston Berger Saint-Louis (Sénégal)
- **WAKPONOU Anselme**, Professeur HDR, Université de N'Gaoundéré (Cameroun)
- **SOKEMAWU Koudzo**, Professeur Titulaire, Université de Lomé (Togo)
- **HECTHELI Follygan**, Professeur Titulaire, Université de Lomé (Togo)
- **KADOUZA Padabô**, Professeur Titulaire, Université de Kara (Togo)
- **GIBIGAYE Moussa**, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi (Bénin)

## EDITORIAL

La création de RIGES résulte de l'engagement scientifique du Département de Géographie de l'Université Alassane Ouattara à contribuer à la diffusion des savoirs scientifiques. RIGES est une revue généraliste de Géographie dont l'objectif est de contribuer à éclairer la complexité des mutations en cours issues des désorganisations structurelles et fonctionnelles des espaces produits. La revue maintient sa ferme volonté de mutualiser des savoirs venus d'horizons divers, dans un esprit d'échange, pour mieux mettre en discussion les problèmes actuels ou émergents du monde contemporain afin d'en éclairer les enjeux cruciaux. Les enjeux climatiques, la gestion de l'eau, la production agricole, la sécurité alimentaire, l'accès aux soins de santé ont fait l'objet d'analyse dans ce présent numéro. RIGES réaffirme sa ferme volonté d'être au service des enseignants-chercheurs, chercheurs et étudiants qui s'intéressent aux enjeux, défis et perspectives des mutations de l'espace produit, construit, façonné en tant qu'objet de recherche. A cet effet, RIGES accueillera toutes les contributions sur les thématiques liées à la pensée géographique dans cette globalisation et mondialisation des problèmes qui appellent la rencontre du travail de la pensée prospective et de la solidarité des peuples.

**Secrétariat de rédaction**  
**KOUASSI Konan**

## COMITE DE LECTURE

- KOFFI Brou Emile, Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- ASSI-KAUDJHIS Joseph P., Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- BECHI Grah Félix, Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- MOUSSA Diakité, Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- VEI Kpan Noël, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- LOUKOU Alain François, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- TOZAN Bi Zah Lazare, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- ASSI-KAUDJHIS Narcisse Bonaventure, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- SOKEMAWU Koudzo, Professeur Titulaire, U L (Togo)
- HECTHELI Follygan, Professeur Titulaire, U L (Togo)
- KOFFI Yao Jean Julius, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- Yao Jean-Aimé ASSUE, Maître de Conférences, UAO
- Zamblé Armand TRA BI, Maître de Conférences, UAO

## Sommaire

<p><b>KONE Basoma</b></p> <p><i>Relations ville-campagne à l'épreuve du développement de la Sous-Préfecture de Korhogo au nord de la Côte d'Ivoire</i></p>	8
<p><b>DIAGNE Abdoulaye</b></p> <p><i>Analyse spatiale de la gouvernance des services d'eau en milieu rural sénégalais : cas des communes de Barkedji et Dodji dans la zone sylvo-pastorale</i></p>	31
<p><b>DAOUDINGADE Christian</b></p> <p><i>Les facteurs physiques favorables aux inondations à N'djamena (Tchad)</i></p>	50
<p><b>Kuasi Apéléti ESIAKU, Kossi KOMI, Komi Selom KLASSOU</b></p> <p><i>Contraintes hydroclimatiques dans le bassin versant de la Kara (Nord-Togo) : manifestations et enjeux</i></p>	76
<p><b>KRAMO Yao Valère, TRAORE Oumar, YEBOUET Konan Thierry Saint-Urbain, DJAKO Arsène</b></p> <p><i>Implications socio-économiques et environnementales de la transformation artisanale du manioc d dans la Sous-préfecture de Zuénoula (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire)</i></p>	95
<p><b>Romain GOUATAINE SEINGUÉ, Julien MBAIKAKDJIM, Passinring KEDEU</b></p> <p><i>Effets environnementaux et socio-économiques de l'utilisation des pesticides en maraichage dans la vallée du Chari à N'djamena (Tchad)</i></p>	112
<p><b>Constantin TCHANG BANDA, Joseph OLOUKOI</b></p> <p><i>Analyse de la dynamique de l'occupation du sol dans la zone pétrolière du département de la Nya au Tchad</i></p>	130
<p><b>Tchékpo Théodore ADJAKPA</b></p> <p><i>Risques liés à l'utilisation des pesticides en zone cotonnière à Kétou au Sud- Est du Bénin</i></p>	147
<p><b>BAWA Dangnisso</b></p> <p><i>Le site du quartier de Bè à Lomé : une topographie entre océan et lagune sous l'emprise des inondations</i></p>	174

<p><b>Mariasse Céleste Houéfa Hounkpatin, Youssoufou Adam, Sabine Djimouko, Nadine Bognonkpe, Moussa Gibigaye, Koudzo Sokemawu</b></p> <p><i>Modes De Gestion Des Conflits Fonciers Dans La Commune D'adjarra Au Sud-Est du Bénin</i></p>	194
<p><b>Jean-Marie Kouacou ATTA, Euloge Landry Désiré ESMEL, Éric Gbamain GOGOUA</b></p> <p><i>Dégradation du couvert forestier et conflits ruraux dans le département d'Aboisso (sud-est de la Côte d'Ivoire)</i></p>	208
<p><b>Seïdou COULIBALY</b></p> <p><i>Dynamique spatiale dans un écosystème de bas-fond de la sous-préfecture de Guiberoua (Centre- Ouest de la Côte d'Ivoire)</i></p>	225
<p><b>MORÉMBAYE Bruno</b></p> <p><i>Le Logone occidental entre l'espoir et le désespoir dans la gestion de ses ressources édaphiques</i></p>	246
<p><b>KOUASSI Kouamé Sylvestre</b></p> <p><i>La prospective au service de la transformation des territoires en Côte d'Ivoire</i></p>	264
<p><b>Ghislain MOBILANDZANGO M., Nicole Yolande EBAMA, Damase NGOUMA</b></p> <p><i>L'accès à l'éducation en milieu rural : un problème de développement au Congo. exemple du district de Makotimpoko (Département des Plateaux)</i></p>	285
<p><b>KOUAKOU Kouassi Éric, KOUTOUA Amon Jean-Pierre, KONE Zana Daouda</b></p> <p><i>Analyse prospective de la contribution de la ligne 2 du BRT à l'amélioration des déplacements entre Hôtel Ivoire – Angré Petro Ivoire à Cocody (Côte d'Ivoire)</i></p>	305
<p><b>Oumar GNING, Aliou GAYE, Joseph Samba GOMIS, Mamadou THIOR, Racky Bilene Sall DIÉDHIOU</b></p> <p><i>Analyses géographiques du patrimoine culturel de la ville de Ziguinchor dans une perspective de développement local</i></p>	328
<p><b>Ache Billah KELEI ABDALLAH, Magloire DADOUM DJEKO</b></p> <p><i>Risques climatiques et agrosystèmes dans la communauté rurale de Fandène, département de Thiès au Sénégal</i></p>	349

<p><b>KOFFI Kouadio Achille, DIOMANDE Béh Ibrahim, KONAN Kouadio Philippe Michael</b></p> <p><i>Capacité de séquestration de CO<sub>2</sub> atmosphérique des végétaux du parc national de la Comoé (Nord-est de la Côte d'Ivoire)</i></p>	363
<p><b>TRAORÉ Hintchimbélwélé Fabrice, KOFFI Yao Jean Julius</b></p> <p><i>Caractéristiques de l'élevage de porcs dans la sous-préfecture de Sinfra (centre-ouest de la Côte d'Ivoire)</i></p>	376
<p><b>MBAYAM Boris SAÏNBÉ, Man-na DJANGRANG</b></p> <p><i>Occupation du sol et impacts géomorphologiques à Ngourkosso au Sud-ouest du Tchad</i></p>	394
<p><b>BASSOUHOKÉ Ahou Marie Noëlle, YÉO Nogodji Jean, DJAKO Arsène</b></p> <p><i>Dynamique spatiale et vulnérabilité des exploitants agricoles dans les villages intégrés à la ville de Béoumi (Centre de la Côte d'Ivoire)</i></p>	416
<p><b>KOFFI Serge Léonce, KOUASSI Kouamé Sylvestre, DJAKO Arsène</b></p> <p><i>Analyse rétrospective de l'occupation du sol dans la forêt classée de Niégré de 1990 à 2023</i></p>	432
<p><b>KOUAKOU Bah, KOUAKOU Kouamé Jean Louis, YAPI Atsé Calvin</b></p> <p><i>Conseil municipal et stratégies de gestion durable des déchets ménagers solides à Gagnoa (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire)</i></p>	450
<p><b>ALLARAMADJI MOULDJIDÉ, MOUTEDE-MADJI Vincent, BAOHOUTOU Laohoté</b></p> <p><i>Analyse spatiale des structures sanitaires dans les districts sud et du 9<sup>eme</sup> arrondissement de la ville de N'djamena</i></p>	467
<p><b>COULIBALY Moussa, KAMAGATE Sindou Amadou, CISSE Brahim</b></p> <p><i>Prolifération des eaux usées et ordures ménagères : un facteur de risques environnementaux et sanitaires dans la ville d'Anoumaba (Centre-est, Côte d'Ivoire)</i></p>	480
<p><b>N'GORAN Kouamé Fulgence</b></p> <p><i>Gestion des ordures telluriques dans les villages littoraux Alladjan et activités touristiques dans la commune de Jacqueville</i></p>	498
<p><b>ZONGO Tongnoma</b></p> <p><i>L'impact environnemental et social de l'orpaillage dans la province du Sanmatenga au Burkina Faso</i></p>	519

## **OCCUPATION DU SOL ET IMPACTS GÉOMORPHOLOGIQUES A NGOURKOSSO AU SUD-OUEST DU TCHAD.**

**MBAYAM Boris SAÏNBÉ**, Doctorant en Sciences Géographiques

Université de N'Djamena/Tchad

**Email** : mbayamborissainbe@gmail.com

**Man-na DJANGRANG**, Maître de Conférences

Département de Géographie, Université de Moundou/Tchad

**Email** : djangrangmanna@gmail.com

*(Reçu le 17 août 2024 ; Révisé le 29 Octobre 2024 ; Accepté le 30 novembre 2024)*

### **Résumé**

La dynamique de l'occupation des sols constitue un facteur clé de la dégradation des terres et du couvert végétal. Dans le département de Ngourkosso, cette dégradation accélérée affecte la productivité agricole et exacerbe l'insécurité alimentaire, aggravée par des changements climatiques et une forte croissance démographique. Cette étude vise à analyser l'impact de l'évolution de l'occupation des sols sur la géomorphologie locale à partir des images satellites de 1990 et 2024, associées à des données démographiques et climatiques. Les résultats montrent une expansion significative des zones dégradées/cultivées (+59,10%) et des sols nus/habitats (+32,40%), accompagnée d'une régression marquée des zones inondables (-3,33%), de la forêt galerie (-3,18%), de la savane arborée (-1,25%) et des plans d'eau (-0,74%). Ces transformations s'expliquent principalement par l'extension agricole, la pression démographique, les pratiques agricoles traditionnelles et la carbonisation.

**Mots-clés** : Ngourkosso, occupation du sol, dégradation, érosion, dynamique.

## **LAND OCCUPATION AND GEOMORPHOLOGICAL IMPACTS IN NGOURKOSSO IN SOUTH-WEST OF CHAD**

### **Abstract**

Land use dynamics are a key factor in land degradation and vegetation cover. In the Ngourkosso department, this accelerated degradation affects agricultural productivity and exacerbates food insecurity, aggravated by climate change and high population growth. This study aims to analyze the impact of land use changes on local geomorphology based on satellite images from 1990 and 2024, combined with demographic and climate data. The results show a significant expansion of degraded/cultivated areas (+59,10%) and bare soils/habitats (+32,40%), accompanied by a marked regression of floodplains (-3,33%), gallery forest (-3,18%), wooded savannah (-1,25%) and water bodies (-0,74%). These transformations are mainly explained by

agricultural expansion, demographic pressure, traditional agricultural practices, and carbonization.

**Keywords:** Ngourkosso, land use, degradation, erosion, dynamics.

## **Introduction**

Depuis plusieurs décennies, les dynamiques d'occupation des sols, étroitement liées à la croissance démographique, représentent un facteur majeur de dégradation des terres et de perturbation des écosystèmes naturels. La problématique de la dégradation des sols, associée à une exploitation croissante des ressources naturelles, pose un défi écologique et socio-économique significatif. Elle affecte directement la productivité agricole, le rendement des cultures, et les moyens de subsistance des populations locales, notamment dans le Département de Ngourkosso. Dans le contexte sahélien, caractérisé par une pression démographique croissante, les processus érosifs ont repris de manière inquiétante, provoquant des modifications substantielles des sols, des phénomènes de ravinement, et une transformation rapide des paysages naturels (I. M. Bouzou et *al.*, 2009, p.150 ; I. Mamadou, 2012, p.112 ; M. I. Bahari, 2016, p.98). Ces évolutions se traduisent par une augmentation des terres cultivées et une extension concomitante des surfaces dégradées et érodées (M. A. Malam, 2014, p.78). Les activités agricoles, bien qu'essentielles à la subsistance, entraînent chaque année la destruction de milliers d'hectares de terres fertiles, atteignant dans cette région des pertes estimées à plus de 20 762 hectares.

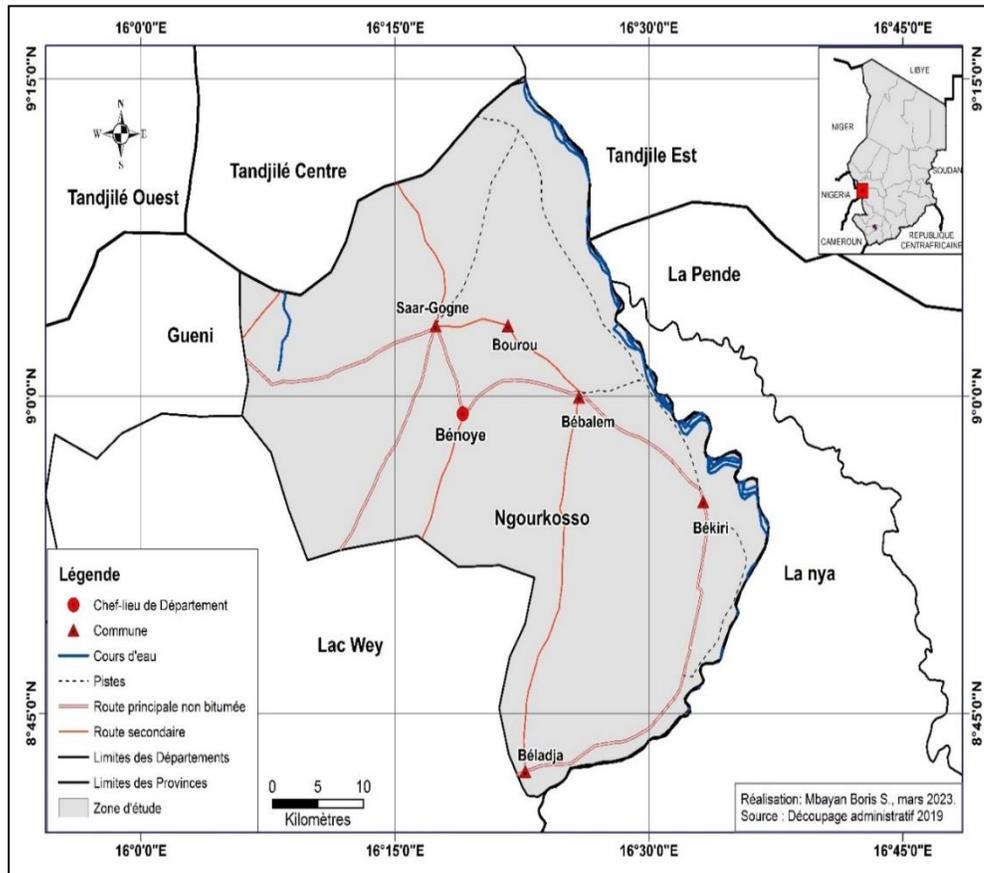
Cette dégradation des sols est accentuée par plusieurs facteurs : déboisement intensif, surpâturage, feux de brousse récurrents, techniques agricoles inappropriées, et exploitation excessive des ressources. Par ailleurs, les conditions climatiques défavorables, telles que la baisse des précipitations, un ensoleillement intense, et des vents violents, aggravent davantage la vulnérabilité des terres. Historiquement, le Département de Ngourkosso s'illustre comme une zone agricole de premier ordre, particulièrement dans la culture du coton. Toutefois, les décennies de surexploitation ont conduit à un appauvrissement des sols et à une fragilité accrue face aux défis environnementaux. Les mutations observées dans l'occupation des sols, marquées par la dégradation du couvert végétal, l'ensablement, et l'intensification de l'érosion, entraînent des répercussions écologiques et socio-économiques graves. Ces transformations perturbent les régimes hydrologiques, accroissent la pression sur les ressources naturelles, et aggravent l'insécurité alimentaire, la pauvreté et la vulnérabilité des populations locales. Face à ces défis, il est impératif d'évaluer l'impact de la dynamique d'occupation des sols dans le Département de Ngourkosso. Quelles sont les forces motrices de ces transformations ? Et comment ces mutations influencent-elles la gestion

durable des ressources naturelles et la résilience des communautés locales ? Ce travail vise à répondre à ces questions en analysant l'impact de l'évolution de l'occupation des sols sur la géomorphologie locale à partir des images satellites de 1990 et 2024, associées à des données démographiques et climatiques.

### **1. Présentation du site d'étude**

Ngourkosso est l'un des quatre départements de la province du Logone Occidental, avec comme chef-lieu, la ville de Bénoué. En 1999, Elle fut érigée en une commune de moyen exercice. En effet, le Département de Ngourkosso se situe entre 8°40' et 9°15' de la latitude Nord et entre 16°10' et 16°40' de longitude Est. Il fut créé en 2022 et situé à environ 60 km de la ville de Moundou. Le Département de Ngourkosso est subdivisé en six sous-préfectures, treize cantons et une commune de moyen exercice. Il occupe cependant une superficie de 1 545 Km<sup>2</sup> pour une population de 157 142 habitants (RGPH2, 2009). Le Département regroupe plusieurs groupes ethniques repartis en plusieurs confessions religieuses (christianisme, l'islam et la religion traditionnelle). Ces différents groupes sociaux se différencient les uns les autres à travers la litanie des salutations, les us et coutumes. Le groupe ethnico linguistique des Ngambai représente plus de 90%. Il constitue l'ethnie majoritaire et native de cette localité. Actuellement, ce Département compte plus de 375 255,1 habitants, avec 242,1 habitants/km<sup>2</sup>. Cette population vit essentiellement de l'agriculture, de la pêche, de la chasse et cueillette, de l'élevage des petits ruminants et du commerce de détail. Les principales sources de revenu de ces populations sont l'agriculture pluviale, le commerce détail et l'élevage.

Figure 1. Localisation de la zone d'étude.



Ce milieu est caractérisé par un climat soudanien, avec deux saisons nettement marquées : une saison humide et saison sèche. La saison humide désigne la saison des pluies qui est définie comme la grande saison de l'année. Celle-ci dure 7 à 9 mois et une courte saison qui ne dure que 3 à 5 mois suivant les années. En générale, la zone soudanienne se démarque des autres domaines par l'abondance des pluviométries et la nature verdoyante des espèces végétales. En effet, les pluviométries débutent entre avril et mai et se terminent entre octobre et novembre. Le pic des pluies se concentre entre juillet, août et septembre. Les hauteurs de pluies varient entre 850 mm à 1700 mm/an. En revanche, entre novembre et décembre, c'est la rupture des pluies. Le régime de vent est caractérisé par deux vents dominants : l'harmattan et la mousson (L. Baohoutou, 1996, p.42). Les températures minimales varient entre 18,77°C et 27,5°C et les températures maximales oscillent entre 30, 76°C et 36, 68°C. Les sols sont de type de fluviolacustres, avec trois formations : le crétacé, le Continental Terminal et le Quaternaire (J. Pias, 1970, p.47).

## **2. Méthodologie**

### **2.1. Traitement et analyse des données spatiales**

Deux images satellitaires Landsat ont été utilisées pour élaborer les cartes d'occupation du sol. Il s'agit des images acquises respectivement le 14 novembre 1990 et le 14 novembre 2024, avec une résolution spatiale de 15 mètres. Ces images, prises à la même période de l'année pour assurer une cohérence saisonnière, ont permis une analyse comparative des évolutions de l'occupation du sol. Les données ont été traitées en utilisant la composition colorée classique des bandes 4, 3 et 2, générant des fausses couleurs infrarouges, via les logiciels ENVI 4.5 et Erdas Imagine. Les cartes d'occupation des sols ont ensuite été élaborées en définissant et en hiérarchisant les unités selon les classes thématiques suivantes : Plan d'eau, Zone inondable, Forêt galerie, Savane arborée, Zone dégradée/culture, et Sol nu/habitat. L'identification de ces classes s'est appuyée sur des caractéristiques spécifiques des objets (forme, texture, tonalité) visibles sur les images. Pour finaliser les cartes, le logiciel ArcGIS a été utilisé, permettant la réalisation des cartes d'occupation des sols et de localisation. En complément, une revue documentaire a été réalisée, et des données démographiques et pluviométriques ont été collectées et traitées afin d'approfondir l'analyse. L'évolution de la population a été calculée à l'aide de la formule  $P_0 \times \text{poids démographique}$ , tandis que la densité de population a été déterminée par le rapport population totale / superficie totale. Ces données ont permis de corrélérer les dynamiques d'occupation des sols avec les facteurs socio-économiques et environnementaux influençant la région.

## **3. Résultats**

### **3.1. La dynamique de l'occupation du sol**

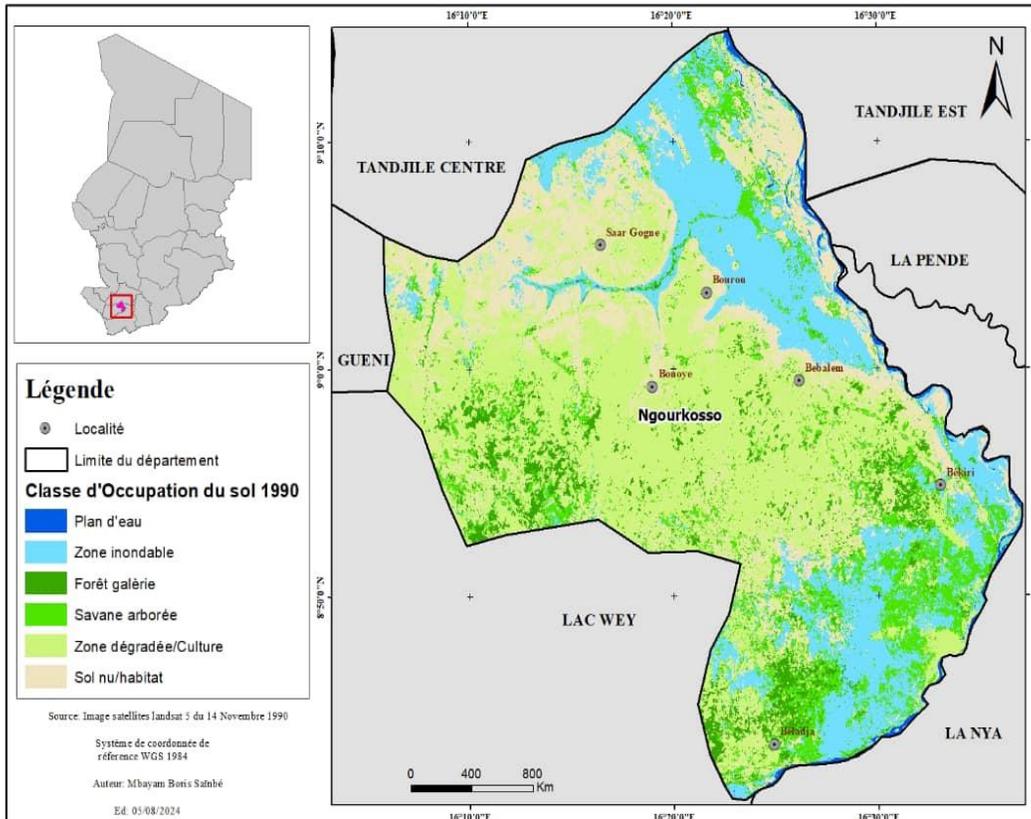
Les cartes d'occupation du sol de 1990 et celle de 2024 ont permis la caractérisation de l'évolution du couvert végétal, ainsi que les activités humaines dans le Département de Ngourkosso.

#### **3.1.1. L'occupation du sol en 1990**

La figure 2 montre l'état de l'occupation des sols en 1990. La cartographie de l'occupation du sol en 1990 révèle une prédominance de la zone dégradée/culture, qui occupe 38,33 % de la surface totale, soit 69 683,28 hectares. Ce type de sol représente environ un tiers de la superficie globale de la région. Il est suivi par le couple sol nu/habitat, qui couvre 21,43 % de la surface, soit 38 957,67 hectares. Cette catégorie inclut majoritairement des espaces inhabités, des bancs de sable, et des zones dégagées autour des berges fluviales. En troisième position, les zones inondables représentent 21,11 % de la superficie, soit 38

369,42 hectares. Ces zones, particulièrement fertiles, sont largement utilisées pour l'agriculture pluviale, la riziculture pendant la saison des pluies et le maraîchage en saison sèche.

Figure 2. L'occupation du sol en 1990.



Elles constituent une ressource précieuse, régulièrement exploitée pour les cultures principales et de contre-saison. Dans des cantons comme Sawa, Bourou, et Kiagor, une grande partie du territoire est dominée par ces zones inondables. Cependant, leur proximité avec le fleuve les expose fréquemment aux inondations, ce qui affecte les habitations installées dans ces zones agricoles. La savane arborée, quant à elle, ne représente que 12,41 % de la superficie totale, soit 22 553,00 hectares. Cette formation végétale est gravement menacée par l'expansion des champs, les feux de brousse, et les coupes intensives pour satisfaire les besoins en bois de chauffage et de construction. La forêt galerie, qui représente 5,62 % de la superficie, soit 10 215,26 hectares, subit une pression encore plus importante. Elle constitue une ressource essentielle pour les populations locales, qui en dépendent pour leur subsistance.

Enfin, les plans d'eau ne couvrent que 1,10 % de la superficie totale, soit 2 003,62 hectares. Cette faible proportion s'explique par le caractère majoritairement intermittent des cours



La forêt galerie, quant à elle, ne couvre plus que 5 787,27 hectares, soit 3,18 %, perdant une grande partie de son étendue au profit d'autres classes d'occupation du sol. La savane arborée, également en recul, ne représente plus que 2 274,94 hectares (1,25 %). Enfin, les plans d'eau, fortement limités dans cette région, couvrent une superficie de 1 346,45 hectares, soit seulement 0,74 %. Ces évolutions, mises en évidence par l'analyse des images Landsat de 2024, révèlent une transformation progressive et préoccupante des deux dernières classes thématiques, reflet d'une forte pression anthropique sur les écosystèmes locaux.

### 3.1.3. Bilan de l'occupation des sols entre 1990 et 2024

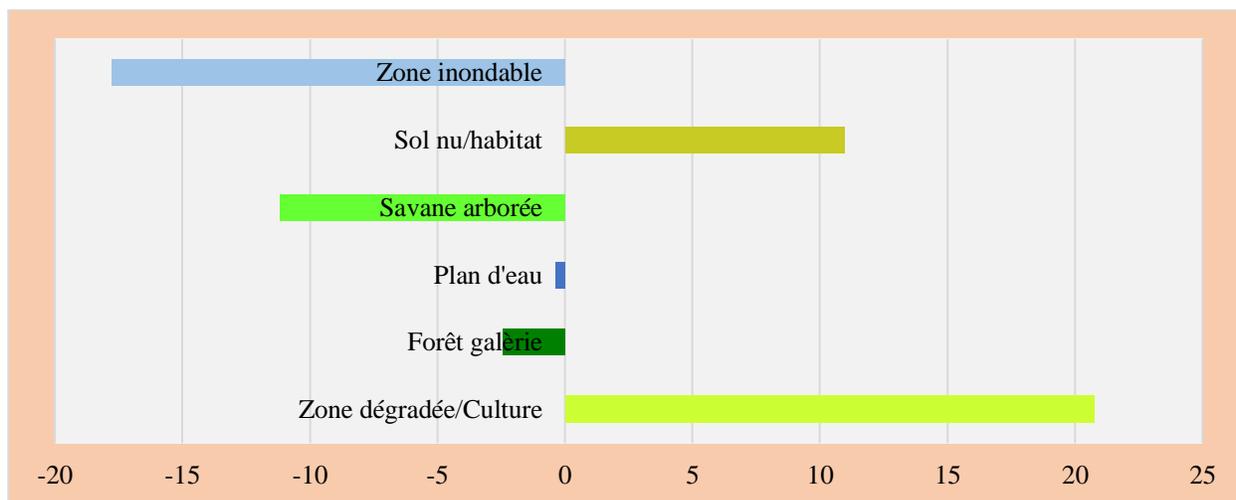
Il s'agit en effet de croiser les résultats des données de l'image Landsat de 1999 à celle de 2024, afin d'appréhender le changement d'occupation du sol résulté durant les quatre décennies de notre étude. L'idéal est de déceler les facteurs explicatifs et leur ampleur sur les aspects physiques, biophysiques et humains pour assortir une conclusion probante.

**Tableau 1. Évolution de l'occupation des sols de 1990 à 2024.**

Classe d'occupation du sol	% d'occupation du sol 1990	% d'occupation du sol 2024	% de changement entre 1990-2024
Zone dégradée/Culture	38,33337653	59,0951682	20,76179167
Forêt galerie	5,619503891	3,183639601	-2,435864289
Plan d'eau	1,102210343	0,740694625	-0,361515718
Savane arborée	12,4066009	1,251468212	-11,15513269
Sol nu/habitat	21,43095522	32,39993511	10,96897989
Zone inondable	21,10735311	3,329094256	-17,77825886

Source : Image Landsat de 1990 et 2024.

**Figure 4. Évolution des classes d'occupation du sol entre 1990 et 2024.**



Source : Interprétation des Images Landsat de 1990 et 2024.

Il ressort clairement que la zone dégradée/culture reste toujours dominante. Car, elle occupe 107 424,10 hectares, soit 59,10 % de la superficie totale. Il faut signaler que le couple zone dégradée/culture a gagné 37 740,82 hectares complémentaires, soit 20,76% de la superficie totale. En effet, cette augmentation s'est faite en usurpant évidemment sur d'autres classes thématiques. L'augmentation de la classe zone dégradée/culture au profit des autres classes : la forêt galerie, la savane arborée, le plan d'eau et la zone inondable, etc., est un indice d'instabilité et de détérioration des ressources naturelles végétales et terreuses due au changement climatique et à l'anthropisation. Cette dégradation des terres est sujette aux modes de production agricole, à l'extrême vulnérabilité de systèmes de production agricole, aux aléas climatiques, à l'archaïsme des moyens de production et même à la baisse continue de la fertilité des sols. Le binôme sol nu/habitat occupe 2<sup>e</sup> rang, avec une proportion de 58 897,10 hectares, soit 32,40% du périmètre total. Celui-ci gagne en réalité 19 939,43 hectares, soit 10,97%. D'emblée, la zone inondable perd une part importante de son étendue en 2024. Elle représente 6 051,68 hectares, soit 3,33% en 2024, contre 38369,42 hectares, soit 21,11% en 1990. Soit un changement régressif de 32 317,74 hectares, soit 17,78% de son étendue totale. De plus, il fait apparaître dans cette statistique d'occupation des sols, que la forêt galerie, le plan d'eau et la savane arborée connaissent une évolution régressive significative, avec un total de 9 408,66 hectares, soit 5,17% pour toutes les trois classes. En évidence, ce recul s'est fait au profit de la classe dominante. En 1990, la savane arborée et la forêt galerie représentent 22553,00 hectares, soit 12,41%, et 10215,26 hectares, soit 5,62%. En 2024, elles occupent respectivement 2274,94 hectares, soit 1,25% et 5787,27 hectares, soit 3,18%. Cependant, il faut noter qu'aucune de ces classes thématiques n'a réussi à conserver son étendue initiale. En revanche, elles sont toutes investies par la zone dégradée/culture et le sol nu/habitat. En réalité, ces espaces en perpétuelle régression sont gagnés en grande partie par la zone dégradée/culture et une infime partie par le sol nu/habitat.

Il se dégage ici que bon nombre des classes ont cédé une bonne partie de leurs étendues au profit de la zone dégradée/culture et du sol nu/habitat. Ce qui justifie le potentiel de l'érosion et de la dégradation des terres dans le Département de Ngourkosso. Au *finish*, cette distribution de l'occupation des sols dégage d'emblée une grande régression des autres classes aux dépens de la zone dégradée/culture. Tous ces indicateurs montrent que le milieu physique est fortement dégradé et engendre à l'instant des nombreuses incidences économiques, environnementales et sociales.

### **3.2. La croissance démographique, principal facteur des mutations dans l'occupation des sols**

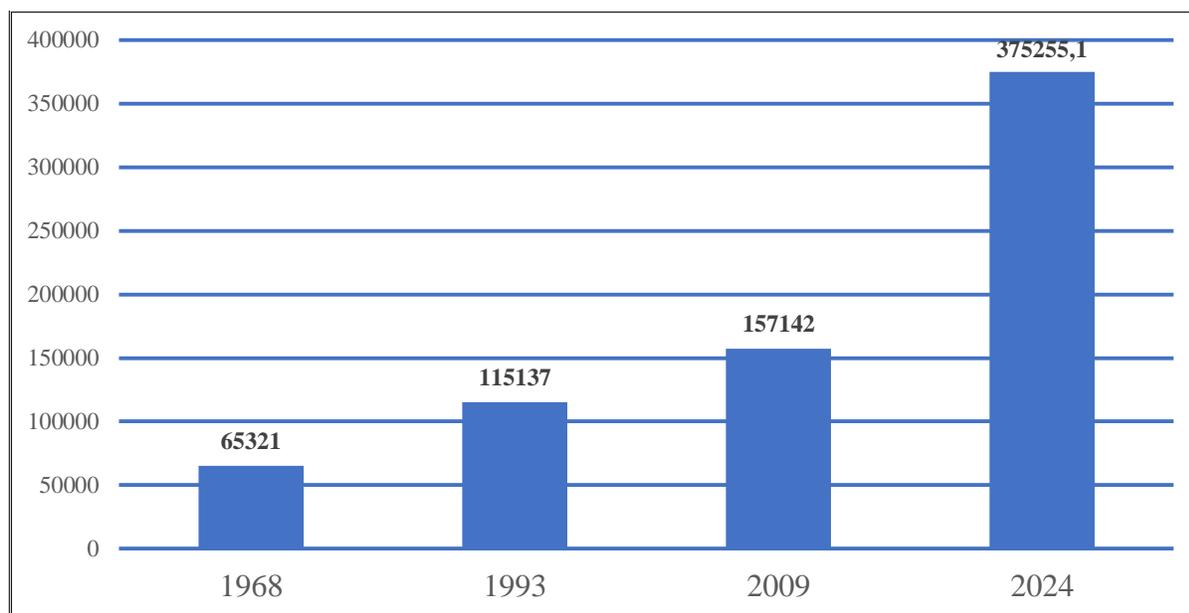
L'analyse de la dynamique de l'occupation des sols montre fort bien qu'elle est récente liée particulièrement à la croissance démographique. L'emprise humaine sur les ressources naturelles et le milieu est due au nombre élevé des populations vivant dans ce Département. En effet, sur le tableau ci-dessous, il ressort une croissance vertigineuse de la population. En 1968, ce Département compte 65321 habitants répartis dans 13 cantons, avec une densité de 40,1 habitants par km<sup>2</sup>. En 1993, le nombre de la population fut estimé à 115 137 habitants, dont il y eut une augmentation de 49 816 habitants. En intervalle de 25 ans, elle a excessivement augmenté de 76,3%, soit 70,6 habitants par km<sup>2</sup>, contre la moyenne nationale de 8,7 habitants par Km<sup>2</sup> (INSEED, 2012). En effet, ce nombre élevé de la population résulte du niveau de fécondité très élevé en campagne. À cet effet, plusieurs indicateurs expliquent cet accroissement de la population, notamment : l'indice synthétique de fécondité qui est de 6,8 enfants par femme et le nombre élevé des foyers polygamiques. De plus, les années 1993 sont marquées par un taux d'accroissement très élevé de l'ordre de 3,6%. En milieu rural, les campagnards sont bernés par des subjectivités que la pléthore d'enfants est une main d'œuvre complémentaire qu'il faille exploiter dans les travaux champêtres. Or, c'est une erreur monumentale qui les plonge dans des frasques sans issue.

**Tableau 2. Évolution de la population et de sa densité de 1968 à 2024 dans le département de Ngourkosso.**

Année	1968	1993	2009	2024
Population	65321	115137	157142	375255,1
Densité	40,1	70,6	104	242,1

*Source : INSEED, 2009.*

**Figure 5. Évolution de la population dans le Département de Ngourkosso.**



Source : INSEED, 2009 complétée par une enquête de terrain, 2024.

En réalité, les potentiels consommateurs sont cette tranche de la population inactive. Par excellence, lorsqu'il y a plus de fécondités ou des inactifs, les revenus (ou une part importante des revenus) produits par les actifs sont automatiquement consommés. C'est seulement une infime partie qui est consommée par les actifs. Cependant, lorsque la fécondité est faible il y a un fort revenu et des rentes. Cette méconnaissance des bonnes pratiques compromet la capacité des producteurs en termes d'autosuffisance alimentaire. Ensuite de 1993 à 2009, il y eut un effectif de 157 142 habitants, soit un ajout de 42 005 habitants. En intervalle de 16 ans, le nombre de la population a ainsi accru de 36,5%. Nonobstant cela, en 2009 et 2024, la population est estimée à 375 255,1 habitants, soit un accroissement de 218 113,1 habitants en l'espace de 15 ans. À dire fort vrai, la population a excessivement augmenté, ce qui a occasionné des pertes en terres agricoles. Au fur et à mesure, que le nombre de la population augmente, les espaces cultureux sont traduits en des zones d'habitation. De même, les besoins en terres exploitables se font davantage exprimés. Un déséquilibre démographique absolu est relevé dans cette partie du Tchad.

### **3.4. Analyse de la dynamique érosive**

Pour caractériser la dynamique érosive, il importe de s'appesantir sur l'analyse des différents mécanismes qui régissent le système morphogénique dans le Département de Ngourkosso.

### 3.4.1. Processus mécanique

Dans le processus mécanique, plusieurs agents érosifs agissent de manière complémentaire. Par conséquent, les sols tendres à dominance sablo-argileuse et sablo-limoneuse sont plus victimes du processus de la morphogénèse. Ces derniers subissent davantage de pression que les sols cohérents telle que la cuirasse ferrugineuse. La détachabilité est très forte lorsque la cohésion des mottes ou des agrégats est estimée très faible. Les sols à structure monoparticulaire, dans lesquels toutes les particules sont séparées les unes les autres (cas des sols très sableux) présentent une détachabilité plus élevée. La durée de l'épisode venteux et la vitesse du vent ont un impact considérable sur l'ampleur de l'érosion du sol. Les taux d'humidité sont régulièrement très faibles à la surface des sols surtout durant les périodes de sécheresse.

### 3.4.2. Processus hydrique

Pour mieux apprécier l'impact de l'érosion par ruissellement sur le sol, il est impératif de déterminer le potentiel de ruissellement. Selon D. Diallo et *al.*, (2004, p.28) le potentiel de ruissellement est déterminé à partir de la méthode suivante :  $P_{RUI} = 10 P_a \times K_{RAM}$ . Cependant,  $P_{RUI}$  = représente le potentiel de ruissellement (en  $m^3 ha^{-1} an^{-1}$ ),  $P_a$  = quantité annuelle de pluie (en mm) et  $K_{RAM}$  = coefficient de ruissellement annuelle moyen (en % de la pluie annuelle). Pour une gamme pluviométrique retenue pour différents isohyètes (874,1 mm (1993) à 1446,2 mm (2012)) et (1700,5 mm (2022) à 1322,3 mm (2023)). En effet, le potentiel de ruissellement est de ( $3059,35 m^3 ha^{-1} an^{-1}$  à  $5061,7 m^3 ha^{-1} an^{-1}$ ) et  $5951,75 m^3 ha^{-1} an^{-1}$  à  $4628,05 m^3 ha^{-1} an^{-1}$ . Ce volume d'eau est relativement important pour déplacer des nombreuses particules ou inciser des masses de terres. Pour une parcelle nue, sans couverture végétale l'infiltration est d'abord faible, l'eau en grande partie traverse la toposéquence avec une énergie bien plus forte. Par conséquent, significativement l'érosion est forte sur les sols culturaux dans le Département de Ngourkosso. La masse de sol détachée peut être de l'ordre de plusieurs dizaines de tonnes par hectare et par an.

**Photo 1. Affleurement de la cuirasse ferrugineuse par suite de l'érosion hydrique.**



Source : photo Mbayam BS., 2024.

### **3.4.3. Le labour mécanisé**

L'utilisation des tracteurs soulage certes la souffrance des paysans, mais elle impacte la structure des sols. Ces derniers effectuent hâtivement le labour à la charrue après les premières pluies utiles avant le semis. Avec l'attraction animale, le travail du sol est superficiel, mais conséquent.

**Photo 2. Les modelés érigés par l'attraction animale.**



Source : photo Mbayam BS., 2024.

La bêche est enfoncée à 10 ou 15 cm de profondeur avec des sillons disjoints, pour ameublir ou enfouir les débris qu'elle porte en surface afin de faciliter l'ensemencement des graines. Ainsi, ce mécanisme facilite le retournement de la couche superficielle de sol. Positivement, le passage de la bêche retarde l'évolution des adventices et la concurrence et favorise la croissance des plantes. Le retournement de la terre brise le cycle de développement des maladies fongiques. Le labour par le tracteur est plus ou moins en profondeur. La bêche est plus enfoncée dans le sol entre 20 à 30 cm érigeant des billons disjoints légèrement espacés. Il apparaît des petites mottes au-dessus de la surface travaillée. En revanche, l'utilisation de la machine n'est pas appropriée pour les terres lessivées par le ruissellement. Un sol avec une bonne structure résiste mieux aux agents de dégradation telle que l'érosion et la compaction.

### ***3.5. Les facteurs expliquant la dynamique érosive dans le Département de Ngourkosso***

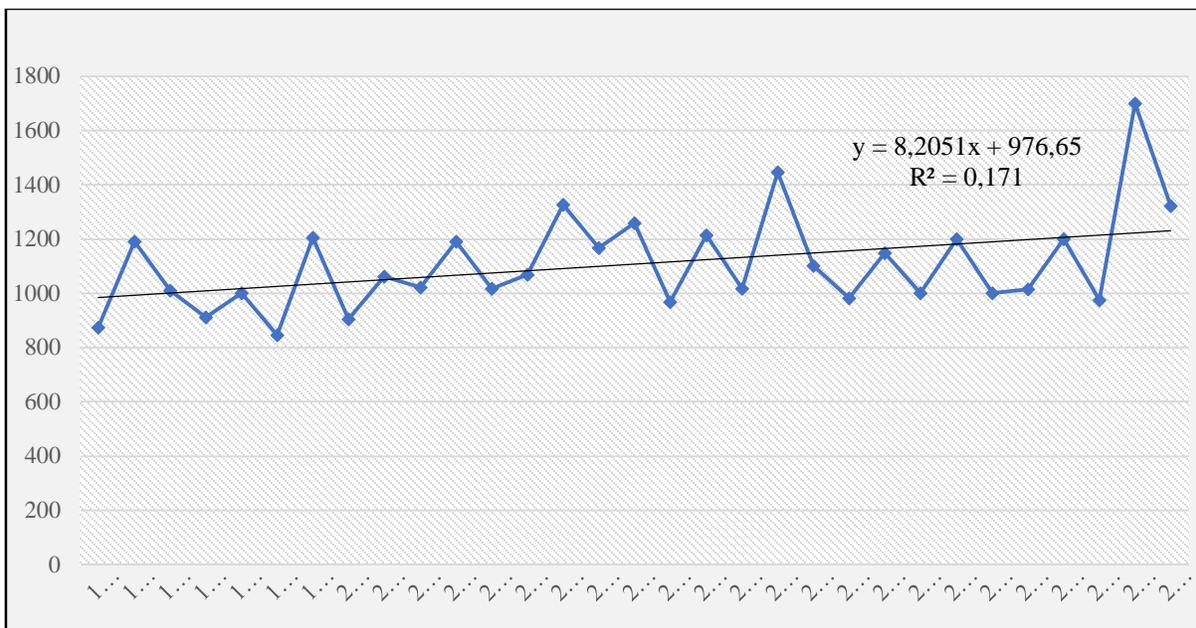
#### ***3.5.1. La pluviométrie***

Les précipitations jouent un rôle crucial dans la dégradation des terres par leur quantité, intensité, durée et fréquence. Ainsi, les observations pluviométriques (1993 à 2023) relèvent que les majeures parties des années sont fortement humides. Dans le Département de Ngourkosso, les quantités des pluies enregistrées sont toujours abondantes. C'est le trait caractéristique des zones soudaniennes humides. La vérification à travers l'indice de E. de Martonne ( $I = P/T+10$ ) donne un résultat bien supérieur qui se situe entre la plage 30,89 et 40,79, le caractérisant ainsi à la zone humide. Sur 30 années d'analyses, les cumuls pluviométriques des 24 années sont supérieurs à 1000 mm. L'année 2022 est de loin la plus pluvieuse de toutes, avec un cumul de 1700,5 mm. Elle est suivie de l'année 2012 (1446,2 mm), 2006 (1328 mm), 1999 (1205,3 mm), 1994 (1190,6 mm). À côté de ces années de pluies abondantes, il transparaît des années moyennement pluvieuses telles que l'année 1996 (912 mm), 2000 (903,7 mm), 2009 (968 mm), 2014 (981 mm) et 2021 (975,2 mm), avec un cumul de 900 mm.

Également, il se dégage des années moins arrosées : 1998 (846 mm) et 1993 (874,1 mm). Ces deux dernières années présentent une mauvaise situation pluviométrique qui a dû impacter les rendements agricoles. La moyenne de ces trente années est de 1107,94 mm. La distribution des pluies est plurimodale. Ce qui, inmaîtrisablement, génère des crises agricoles incontrôlables et des poches de famine dans les villages affectés. Les espèces à cycle long sont irrésistibles aux volumes d'eau excédentaire et vis-versa. Les relevés pluviométriques font montre que les quantités annuelles varient dans le temps. C'est la certitude que les phénomènes météorologiques sont incontrôlables et les prévisions sont inexacts. Leurs incertitudes prévisionnelles répercutent considérablement sur les

activités agricoles en générale et en particulier sur le cycle des espèces végétales cultivées. Une dépendance notoire créée par le dérèglement climatique. Les sols sableux, argileux sont plus sensibles à cette forme d'érosion.

**Figure 6. Répartition des précipitations durant les trois décennies (1993 - 2023).**



Source : Station météo/aéroport de Moundou, 2024.

### 3.5.2. L'indice d'agressivité pluviométrique

Les pluies orageuses ou torrentielles contribuent à l'érosion et à la dégradation des terres. Le tableau ci-dessous présente les différents indices d'agressivité climatique obtenus grâce à la formule de F. Fournier (1960, p.194). Ainsi, les indices d'agressivité calculés pour les années pluviométriques varient entre 48,46 et 141,99 pour une moyenne globale de 87,74. Tous ces indices sont bien supérieurs à 40, ce qui illustre fort bien le caractère agressif des pluies orageuses dans la zone de Ngourkosso. De plus, il est fort probable encore que les premières pluies du début de l'année déstabilisent très facilement les sols qui sont, en cette période tous nus sans protection, broyés par les engins à roue, désaltérés par les animaux à travers les piétinements répétitifs ou encore ravagés par les feux de brousse précoces ou tardifs. Dans ce milieu pluvieux et humide, par excellence l'altération mécanique prédomine. En *grosso modo*, les pluies abondantes et leurs agressivités contribuent à l'érosion des sols dans le Département de Ngourkosso.

**Tableau 3. Indice d'agressivité pluviométrique.**

Année	Cumul annuel	(Précipitation) <sup>2</sup> du mois le plus arrosée	Indice d'agressivité
2001	1061,9	237,1	52,94
2002	1022,8	310,2	94,08
2003	1189,8	424,7	151,6
2004	1016,7	242,9	58,03
2005	911,5	299,2	98,21
2006	1233,8	349,6	99,06
2007	1152,7	353	108,1
2008	1040,9	270,6	70,35
2009	768,7	224	65,27
2010	1101,5	287,7	75,14
2011	970,9	371,3	141,99
2012	1252,2	404,1	130,41
2013	963,7	216,1	48,46
2014	887,0	225,3	57,23
2015	1147,6	341	101,33
2016	1001,6	250,5	62,65
2017	1261,0	310,9	76,65
2018	1001,0	262,8	68,99
2019	1016,0	306,5	92,46
2020	1200,0	246,7	50,72
2021	975	345,7	122,57
2022	1701	428,1	107,74
2023	1322	277,7	58,33

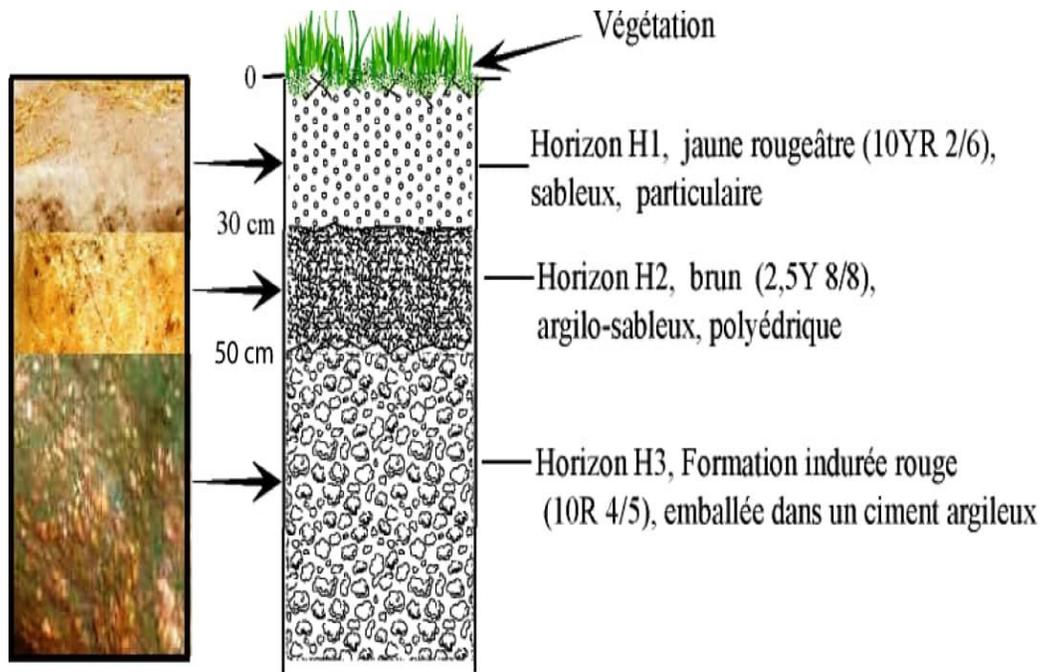
Source : enquête de terrain, 2024.

### 3.5.3. La topographie

Dans la zone de Ngourkosso, on y rencontre différents types de sols : les sols hydromorphes plus en bordure des cours d'eau et des zones inondables et les sols argileux. Il s'aperçoit des argiles noires et des argiles grises naturellement. Celles-ci sont très adaptées à la culture du riz. En saison de forte chaleur, ces types d'argiles se fendent et s'effritent facilement en cas de frottement. Elles sont très difficiles à travailler en saison de pluies, car elles s'humectent, se collent et se gonflent rapidement en présence de l'eau. En période de canicule, ces argiles se craquellent sous l'effet des évapotranspirations et laissent dessiner des fentes de dessiccations. Ensuite, dans certains endroits (Koutoutou, Besseye, Saar Goyon) faisant frontière avec la Tandjilé, on y trouve des sols moyennement résistants, constitués des matériaux ferrallitiques résistants. En réalité, ces matériaux sont répandus à la suite de l'érosion des glacis d'accumulation des sables du Continental

Terminal (L. Baohoutou, 2007, p.23). Ces matériaux se dégradent progressivement à la suite de la surexploitation agricole. Mais, faut-il savoir que la majeure partie du Département repose sur un sol résistant à toute forme d'érosion différentielle. Ces sols ont gagné leur résistance via les Koros indurés essentiellement formés de sables, de grès, d'argilites, de fer et de manganèse par suite d'une sédimentation fluvio-lacustre. Des cuirassements affleurent sur des pentes et à quelque mètre près du sol. Aussi, on y observe la présence des matériaux latéritiques, ferrugineux, associés aux grès. Les analyses physiques révèlent la présence des pisolithes et des gravillons responsables de leur genèse d'accumulation. La plupart des cuirasses ferrugineuses observées dans cet endroit sont indurées. Elles sont parfois masquées de sables rougeâtres, sur des replats ou des pentes. Parfois sur les terrains fortement incisés en bordure du fleuve Logone, des marigots, ou sur les parcelles fortement cultivées des cantons Saar Goyon, Mbaouroye, Besseye, Békiri, etc., les cuirasses ferrugineuses affleurent à la surface de la terre. L'ouverture d'une fosse dans le village Dobé a permis à la réalisation de ce profil pédologique ci-dessous.

Figure 7. Profil pédologique de Ngourkosso.



Source : enquête de terrain, Mbayam BS., 2024.

#### 4. Discussion

L'analyse des cartes d'occupation du sol entre 1990 et 2024 révèle une forte dégradation des formations végétales au profit des zones dégradées et des espaces agricoles. Tandis que les zones de culture et les habitats humains continuent de s'étendre, la végétation

naturelle, les zones inondables et les cours d'eau enregistrent une diminution régulière. Cette régression du couvert végétal au profit des zones dégradées et cultivées corrobore les conclusions d'études similaires menées dans diverses régions sahéliennes et africaines. Par exemple, les travaux de B. Mamane *et al.*, (2018, p.1670) dans la réserve de faune de Tamou, de D. Millogo *et al.*, (2017, p.2135) dans la province du Bam (Burkina Faso), ou encore de I. Bamba *et al.*, (2008, p.49) dans la province du Bas-Congo, démontrent des tendances similaires de perte de végétation liée à l'expansion des activités agricoles.

Les résultats indiquent également que l'extension des surfaces cultivées se fait au détriment du couvert végétal, réduisant ainsi la protection naturelle des sols contre l'érosion. Par exemple, dans la commune de Sinendé au Bénin, une diminution notable des formations naturelles (forêts et savanes) et une augmentation des zones agricoles ont été observées (L. D. Gildas *et al.*, 2016, p.120). De même, dans le Logone Occidental, les savanes ont diminué de 13,35 % en 23 ans, tandis que les champs et espaces herbeux ont progressé de 12,63 % (B. Morembaye et M. Doumdé, 2020, p.339). Cette tendance illustre la pression anthropique croissante sur les écosystèmes.

Par ailleurs, les forêts denses sèches et les galeries forestières connaissent une régression annuelle de 1,29 %, tandis que les savanes et champs augmentent de 1,77 % par an (K. Adjonou *et al.*, 2010, p.183). Les activités agricoles figurent parmi les principales causes de cette dégradation, notamment l'extension des cultures et la surexploitation du bois pour les besoins domestiques (O. Arouna *et al.*, 2010, p.167 ; B. Tente *et al.*, 2011, p.2023). Dans certaines régions, comme rapporté par B. Ibrahim *et al.*, (2020, p.17), de vastes superficies de steppe arbustive, de savane arborée et de bourses tigrées ont été converties en zones de culture, confirmant l'impact croissant des activités humaines sur les écosystèmes naturels.

Trois facteurs majeurs expliquent ces mutations paysagères : la croissance démographique, l'exploitation excessive du bois de chauffe, et l'extension des zones agricoles et des infrastructures. Ces pressions anthropiques ont entraîné une fragmentation accrue de l'espace naturel, favorisant la régression des formations végétales spontanées, comme les forêts claires et les savanes arborées, au profit des sols nus et faiblement couverts (S.T. Souleymane *et al.*, 2022, p.156). Les transformations observées dépassent souvent 50 % de la surface totale, exposant les sols à l'ensablement et compromettant la sécurité alimentaire des populations locales (B. Abba et G.Y. Malam, 2020, p.10).

De plus, l'émondage incontrôlé de certaines espèces végétales contribue à leur disparition progressive, aggravant la perte de biodiversité (C.J. Houndagba *et al.*, 2007, p.370). Ainsi,

la régression des formations naturelles s'accompagne de multiples conséquences écologiques, notamment la dégradation des terres et l'érosion, renforçant la vulnérabilité des écosystèmes et des communautés dépendantes. En somme, ces dynamiques confirment que l'expansion des activités anthropiques, sans mesures de gestion durable, constitue une menace majeure pour la biodiversité et les ressources naturelles, avec des implications graves sur la sécurité alimentaire et la résilience des populations locales.

## **Conclusion**

L'étude de l'occupation du sol dans le Département de Ngourkosso révèle une progression alarmante de l'érosion et de la dégradation des terres. Les résultats mettent en évidence une régression significative des formations végétales naturelles, telles que les forêts galeries et les savanes arborées, ainsi qu'une diminution des plans d'eau. Entre 1990 et 2024, la superficie des forêts galeries est passée de 5,62 % à 3,18 %, tandis que celle des savanes arborées a chuté de 12,41 % à 1,25 %.

En parallèle, les activités anthropiques ont considérablement augmenté leurs emprises. Les zones dégradées et cultivées sont passées de 38,33 % à 59,09 %, tandis que les sols nus et les habitats ont progressé de 21,43 % à 32,40 %. Ces unités d'occupation des sols, qui représentaient 59,76 % de la superficie totale en 1990, couvrent désormais 91,49 %. Cette transformation reflète une forte pression exercée sur les ressources naturelles. La destruction des savanes arborées et des forêts galeries est motivée par des pratiques telles que la conversion des terres en zones agricoles fertiles pour la culture du coton, l'exploitation du bois de chauffe et la production de charbon de bois, ainsi que par l'extension des zones bâties. Ces activités anthropiques intensives entraînent une dégradation accélérée des sols et accentuent les phénomènes d'érosion.

La pression croissante sur les ressources végétales, combinée à la crise climatique, aggrave la vulnérabilité environnementale. Les sols exposés à l'érosion éolienne et hydrique subissent une dégradation continue, marquée par l'extension des zones déjà dénudées et inondables. Cette situation provoque également l'ensablement des cours d'eau, la réduction des plans d'eau intermittents, le rétrécissement des cours d'eau permanents, et une squelettisation accrue des sols cultivables. En résumé, les dynamiques observées traduisent une dégradation environnementale croissante, nécessitant des actions urgentes pour préserver les écosystèmes, limiter l'érosion, et favoriser une gestion durable des ressources naturelles dans le Département de Ngourkosso.

## Références bibliographiques

ABBA Bachir et MALAM Gama Yacoudima, 2020. Évolution de l'occupation des sols et conséquences géomorphologiques dans le bassin versant du Kori Dan Bouda (Région de Zinder/Niger), In : *Revue de Géographie de l'Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa, Cote d'Ivoire*, 15p.

AMAKPE Félicien, 1998. *Contribution à l'aménagement durable de la forêt classée des trois rivières : Composition et dynamique des principaux groupements végétaux et besoin des populations riveraines*, Thèse d'Ingénieur Agronome, Université Nationale du Bénin, 145p.

ADJONOU Kossi, OYÉTOUNDE Djiwa, YENDOUHAME Kombate, ADZO Dzifa Kokutse, KOUAMI Kokou, 2010. Étude de la dynamique spatiale et structure des forêts denses sèches reliques du Togo : implications pour une gestion durable des aires protégées, In : *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 4 (1), p.168-183. <http://ajol.info/index.php/ijbcs>

AROUNA Ousséni, 2010. Impact de la dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol sur la végétation en zone soudano-guinéenne au Bénin. In : *Revue Science, Université de Lomé, Togo*, p.161-186.

BAOHOUTOUT Laohoté, 2007. *Les précipitations en zone soudanienne tchadienne*. Thèse de doctorat, Université de Nice, Paris, 230p.

BAOHOUTOU Laohoté, 1996. Le climat à N'Djaména : Évolution et effet sur le milieu physique (1965-1994). Mémoire de Maîtrise de Géographie, Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, 69p.

BAMBA Issouf, ADI Mama, DANH Neuba, KOFFI Kouao, DOSSAHOUA Traoré, MARJOLEIN Visser, BRICE Sinsin, JEAN Lejoly, JAN Bogaert, 2008. Influence des actions anthropiques sur la dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol dans la province du Bas-Congo (R.D. Congo). In : *Sciences & Nature*, 5(1): p.49-60. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/scinat.v5i1.4215>.

BAHARI Ibrahim Mahamadou, 2016. « Dynamiques interannuelle et saisonnière de la mare de Mountséka (Niger) de 1980 à nos jours », In : *Revue de l'IRSH-Niamey*, Vol. 2, p. 91-106.

BARAGE Mamane, GARBA Amadou, MOUSSA Barage, COMBY Jacques, COMBY Ambouta, 2018. Dynamique spatio-temporelle d'occupation du sol dans la Réserve Totale

de Faune de Tamou dans un contexte de la variabilité climatique (Ouest du Niger). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 12(4) : p.1667-1687. DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i4.13>

BOUZOU Moussa Ibrahim, FARAN Maïga Oumarou, AMBOUTA Karimou Jean Marie, SARR Benoît, DESCROIX Luc, ADAMOU Mahaman Moustapha, 2009. « Les conséquences géomorphologiques de l'occupation du sol et des changements climatiques dans un bassin-versant rural sahélien », in : *Sécheresse* 20 (1), 152p.

COSSI Jean Houndagba, AGOSSOU Brice Hugues Tente, GUEDOU Raoul, 2007. Dynamique des forêts classées dans le cours moyen de l'Ouémé au Bénin. *Institut de Recherche pour le Développement*, Paris, France, p.370-380.

DIBI Millogo, ABDOUL Aziz Nikiéma, BAZOUMANA Koulibaly, NABSANNA Prosper Zombré, 2017. Analyse de l'évolution de l'occupation des terres à partir de photographies aériennes de la localité de Loaga dans la province du Bam, Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 11(5) : p.2133-2143. DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i5.16>

DRISSA Diallo, KEITA Diallo, SAWADOGO Béwentaoré, 2004. Les sols peu épais sur cuirasse : Problématiques et alternatives de mise en valeur en agriculture soudanienne. *Revue Malienne de Sciences et de Technologie*, p.28-37.

FOURNIER Frédéric, 1960. Climat et érosion ; la relation entre l'érosion par l'eau et les précipitations atmosphériques, Presses Universitaires de France, Paris, 201p.

GILDAS Louis Djohy, HENRI Sourou Totin Vodounon, NICKSON Esther Kinzo, 2016. Dynamique de l'occupation du sol et évolution des terres agricoles dans la commune de Sinende au nord Bénin. *Cahiers du CBRST*, p.101-121.

GOMINAN Saadou Issiaka, 2011. *Structure et Dynamique des Forêts Classées de Djougou*. Mémoire de Master d'ingénierie en foresterie, 157p.

IBRAHIM Biga, ABDOU Amani, IDRISSE Soumana, MOURTALA Bachir, ALI Mahamane, 2020. Dynamique spatio-temporelle de l'occupation des sols des communes de Torodi, Gothèye et Tagazar de la région de Tillabéry au Niger, 22p.

INSEED, 2012. Rapport des résultats de l'enquête, 828p.

MAHAMANE Ali, BAKASSO Yacoubou, 2007. Analyse diachronique de l'occupation des terres et caractéristiques de la végétation dans la commune de Gabi (région de Maradi, Niger). In : *Sécheresse*, 18(4), p.296-304. DOI : 10.1684/sec.2007.0105

MALAM Abdou Moussa, 2014. *États de surface et fonctionnement hydrodynamique multi-échelles des bassins sahéliens, études expérimentales en zones cristalline et sédimentaire*. Thèse de doctorat Laboratoire d'étude des Transferts en Hydrologie et Environnement et Département de Géographie (UAM), 302p.

MAMADOU Ibrahim, 2012. *La dynamique accélérée des koris de la région de Niamey et ses conséquences sur l'ensablement du fleuve Niger*. Thèse de doctorat de l'Université Abdou Moumouni et de l'Université de Paris 1, 290p.

MOREMBAYE Bruno, DOUMDÉ Marambaye, 2020. Problématique des fronts pionniers du Tchad : décryptage à partir du département de Djéba au Logone Occidental ; *Annales de l'Université de Moundou, Série A-FLASH Vol.7(3), Déc. 2020, <http://aflash-revue-mdou.org/> p- ISSN 2304-1056/e-ISSN 2707-6830, p.339- 364.*

PIAS Jean, 1970. « La végétation du Tchad », ORSTOM, 407p.

RGPH2, 2009, Deuxième Recensement Général de la Population et de l'Habitat, 17p.

SOULEYMANE Sidi Traore, SIDI Dembélé, DJENEBA Dembélé, NOUHOUM Diakité, CHEICK Hamalla Diakité, 2022. « Dynamique de l'occupation du sol et trajectoire du couvert végétal autour de trois sites miniers du Sud Mali entre 1988 et 2019 », In : *Physio-Géo*, Volume 17, p.151-166.

TENTE Brice, MARCEL Ayité Baglo, JEAN-CLAUDE Dossoumou, HOUNNANKPON Yédomonhan, 2011. Impacts des activités humaines sur les ressources forestières dans les terroirs villageois des communes de Glazoué et de Dassa-Zoumè au centre-Bénin, *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, p.2022-2030.

TIDJANI Adamou, ANDRÉ Ozer, KARIMOUNE Salifou, 2009. Apports de la télédétection dans l'étude de la dynamique environnementale de la région de Tchago (nord-ouest de Gouré, Niger). *Géo-Eco-Trop*, p.69-80.