

Analyse de l'influence climatique, socio-économique et politique sur les ressources potentielles en terres dans la Boucle du Mouhoun (Burkina Faso)

Analysis of climatic, socio-economic and political influence on potential land resources in the Boucle du Mouhoun (Burkina Faso)

Tingueri Adama^{1*}, Nakoulma Goama^{1,2}

¹Laboratoire Dynamiques des Espaces et Sociétés (LDES), Université Joseph KI-ZERBO, Burkina Faso,

^{1,2} Institut des Sciences des Sociétés (INSS)/ Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST), Laboratoire Dynamique des Espaces et Sociétés/ Université Joseph Ki-Zerbo, Burkina Faso

Auteur correspondant : Adama TINGUERI^{1*}, e-mail : tingueriadama099@gmail.com

ORCID des auteurs

Adama Tingueri : <https://orcid.org/0009-0003-7556-8784>; Goama Nakoulma: <https://orcid.org/0009-0004-4613-3316>

Comment citer l'article : Tingueri Adama, Nakoulma Goama (2025). Analyse de l'influence climatique, socio-économique et politique sur les ressources potentielles en terres dans la boucle du Mouhoun. *Revue Écosystèmes et Paysages*, 5(1):1-20, e-ISSN (Online) : 2790-3230

doi : <https://doi.org/10.59384/recopays.tg5130>

Reçu : 30 mars 2025

Accepté : 15 juin 2025

Publié : 30 juin 2025



Copyright: Published under a Creative Commons Attribution (CC-BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Résumé

Les ressources potentielles en terres du Burkina Faso connaissent ces dernières décennies une dynamique spatio-temporelle importante due à l'influence climatique (naturelle), des activités socio-économiques et de la politique étatique. La Boucle du Mouhoun présente un état à moyenne et à forte dégradation des terres avec respectivement 3% ; 18% ; 43,5% ; 30% et 5% d'indice très faible, faible, moyen, élevé et très élevé de la superficie totale de la région, où les pertes de sols annuelles ont été estimées à 10 541 393,64 t en 2023. A travers des différentes analyses dont celle de la tendance évolutive de la température, de la pluviométrie, de l'ensoleillement, de la démographie, du cheptel, etc., cette recherche vise à analyser la répartition spatiale de chacun des différents facteurs contribuant aux pertes de sols et à établir une carte de la dégradation totale. La méthodologie adoptée s'articule autour de la revue de la littérature, des collectes des données spatiales et statistiques auprès des institutions, des enquêtes socioéconomiques et de l'analyse spatiale. Cette recherche a abouti à la conception des graphiques, à la réalisation de la carte de dégradation totale des ressources potentielles en terres. Ces résultats permettront aux planificateurs du monde rural d'en tenir compte dans des stratégies d'aménagement et de gestion durable des ressources potentielles en terres dans la Boucle du Mouhoun.

Mots clés : Ressources potentielles en terres, dégradation totale, dynamique spatio-temporelle, Boucle du Mouhoun.

Abstract

In recent decades, the potential land resources of Burkina Faso have experienced significant spatio-temporal dynamics, driven by climatic (natural) influences, socio-economic activities, and state policies. The Boucle du Mouhoun region shows moderate

to severe levels of land degradation, with 3%, 18%, 43.5%, 30%, and 5% of the total regional area classified respectively under very low, low, moderate, high, and very high degradation indices. In 2023, annual land losses in the region were estimated at 10,541,393.64 tones. Through various analyses including trends in temperature, rainfall, sunlight exposure, population dynamics, livestock numbers, and others this research aims to examine the spatial distribution of each factor contributing to land degradation and to produce a comprehensive land degradation map. The methodology combines a literature review, the collection of spatial and statistical data from relevant institutions, socio-economic surveys, and spatial analysis. This study resulted in the creation of graphs and the development of a comprehensive land degradation map for potential land resources. The findings provide valuable insights for rural development planners, supporting the formulation of land use strategies and the sustainable management of potential land resources in the Boucle du Mouhoun.

Keywords: Potential land resources, total degradation, spatio-temporal dynamics, Boucle du Mouhoun.

1. Introduction

La majeure partie des pays d'Afrique de l'Ouest présente un écosystème très fragile et vulnérable face aux effets des variations climatiques et de la dynamique démographique (Delabre E., 1998 ; Abdoul Karim, 2020). Cette fragilité et vulnérabilité est la conséquence de la déforestation, de la dégradation des sols, de l'utilisation des pesticides chimiques et de l'apport d'engrais (Hountondji, 2008). Cet état déplorable est le résultat des changements clés induits (agriculture moderne et mécanisée) particulièrement dans les systèmes agraires et sociaux des milieux ruraux (Mohamed S. et al, 2016). Le Burkina Faso, à l'instar de nombreux pays sahéliens, subit une intense pression sur ses ressources naturelles qui exacerbe sans cesse la dynamique des ressources potentielles en terres (Kaboré O. et al., 2015). Cette mutation spatio-temporelle du milieu naturel évolue à un rythme rapide (Yaméogo A, 2021; Kobenan K. et al, 2021), exposant ainsi les communautés locales à divers risques, tels que la baisse des productions agricoles et des effets environnementaux alarmants (Ouédraogo K., 2011; Ogouwale et al. 2022 ; Teteli et al. 2023). Par exemple, près de 46% de la superficie du continent africain est affectée par la dégradation des terres (Botoni, E. et Subsol, S., 2013). Aussi, les valeurs de plus en plus élevées observées au niveau de la température couplées à une pluviométrie de plus en plus faible ont des impacts sur les écosystèmes forestiers (Durand, 2007; Karambiri B.L.C.N, Dipama J.M et Sanou K. 2019). La modification du régime subit par les cours d'eau traduit l'augmentation de l'érosion et/ou la sédimentation de leurs lits avec pour corollaire l'accroissement de l'intensité des crues et des inondations (Pujol J.L., et Dron D., 1998; Bahari Ibrahim, 2013). Dans la région de la Boucle du Mouhoun, cette situation se traduit par une réduction notable des terres productives, une détérioration des sols et une perturbation des équilibres écologiques locaux (Tinguéri A. et al, 2024). Les initiatives de modernisation de l'agriculture, généralement soutenues par des projets d'aide à la production et à la commercialisation dans les filières riz, maraîchage, sésame et niébé dans cette région de la Boucle du Mouhoun ont privilégié des méthodes techniques au mépris des processus écosystémiques locaux (MADR, 2017). Ces activités agricoles ont mené à une exploitation excessive des terres et à une fragilisation accrue des milieux naturels (Maïga Y., et al, 2023). Malgré des recherches antérieures sur la dégradation des terres à différentes échelles, la Boucle du Mouhoun reste insuffisamment documentée dans une approche holistique qui tienne compte à la fois des facteurs climatiques, socio-économiques et politiques à l'origine des pertes de sols. De plus, il y a peu d'efforts déployés pour réaliser une cartographie spatio-temporelle détaillée de cette dégradation globale des terres afin de soutenir le processus décisionnel dans cette région. Face à cette situation, une meilleure analyse de l'interaction spatio-temporelle des phénomènes naturels s'avère importante. C'est pour mieux cerner la dynamique de ces écosystèmes locaux dans la Boucle du Mouhoun et orienter les actions au sein du géosystème pour une gestion durable qu'une question se dégage : Quelle est l'influence conjointe des facteurs climatiques, socio-économiques et politiques sur les pertes de sols dans la région de la Boucle du Mouhoun ?

L'objectif de la présente recherche est de montrer l'existence d'une corrélation entre les pertes de sols et les activités socio-économiques et politiques ainsi que la variabilité climatique dans la Boucle du Mouhoun. De façon spécifique, il s'agit de : (i) analyser la variabilité spatio-temporelle des pertes de sols et celle des paramètres climatiques, (ii) décrire la dynamique

démographique et du cheptel, (iii) établir une carte de dégradation totale des ressources potentielles en terres dans la Boucle du Mouhoun.

2. Matériel et Méthode

2.1 Description du milieu d'étude

Le cadre géographique de l'étude est la Boucle du Mouhoun, située au Nord-Ouest du pays avec pour chef-lieu Dédougou, elle se localise entre les Latitudes nord : $11^{\circ}14'32,36''N$ et $13^{\circ}42'55,70''N$ ainsi que les Longitudes Ouest : $2^{\circ}26'13,62''W$ et $4^{\circ}37'34,15''W$. Elle est limitée à l'Est par la Région du Centre-Ouest, au Nord et à l'Ouest par la République du Mali sur près de 437 kilomètres de frontière, au Nord-Est par la région du Nord et au Sud par la région des Hauts Bassins. La région s'étend sur 34 497 km², soit 12,6 % du territoire national (Ministère de l'Economie et des Finances, 2008). Elle est composée de six provinces, quarante-sept départements, six communes urbaines, quarante-une communes rurales et mille quarante-deux villages (Figure 1). Plusieurs raisons ont motivé le choix de cette zone. Il s'agit entre autres de la forte pression humaine sur les ressources en terres dans la zone, la baisse de la fertilité des sols qui dégrade les conditions de production agricole et la qualité des pâturages. Il y a également, le niveau de pauvreté des populations conjugué au phénomène de l'insécurité. Il est donc, essentiel et nécessaire de percevoir l'influence climatique (naturelle), socio-économique et politique sur les dynamiques de ressources potentiellement en terres afin d'aider les planificateurs et les différents acteurs à la prise de décision.

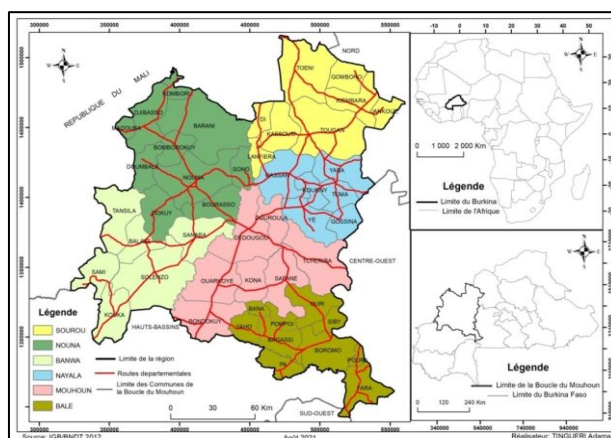


Figure 1. Localisation de la Boucle du Mouhoun

2.2. Méthodologie

2.2.1. Collecte de données

La source d'informations géographiques intimement liées à l'espace ont concerné les images satellitaires (OLI-TIRS du 10/11/2023), les données spatiales topographiques (BNTD), pédologiques et de type statistique qui ont été collectées auprès de plusieurs structures comme le Bureau National des Sols (BUNASOLS), Institut Géographie du Burkina Faso (IGB), Institut National des sciences et du Développement/Recensement Général de la Population et Habitat (INSD/RGPH), Agence Nationale de la Météorologie (ANAM) et de l'Observatoire Nationale du Développement Durable (ONDD). Cela a amené l'adoption de l'approche systémique afin de réaliser les cartes et aussi pour connaître l'évolution dans l'espace des composantes de la surface de la Boucle du Mouhoun. Une enquête terrain a été nécessaire en Février 2023 pour collecter les données relatives à la perception des populations. Au total 384 chefs de ménage ayant une tranche d'âge de 38 ans et plus ont été interrogés dans la capitale régionale (Dédougou) car elle serait à mesure de donner des informations nécessaires sur la dynamique des ressources potentielles en terres durant ces vingt dernières années. Le choix de la capitale régionale (Dédougou) s'explique par son rôle central de décision. C'est une des villes d'accueil des Personnes Déplacées Internes (PDI) de la région, la présence des multiples projets d'aménagement au tour de la ville et la pression démographique et sa stabilité sécuritaire. Les guides ont été adressés aux responsables de la mairie, de l'environnement, de l'agriculture et de l'élevage. Par ailleurs, des observations directes sur le terrain ont été réalisées pour établir l'état des lieux des ressources naturelles et les levés GPS.

2.2.2. Matériels et Traitements de données

Le traitement des données s'est appuyé sur plusieurs outils informatiques et géomatiques. L'analyse et le pré-traitement des images satellites y compris les corrections et les classifications ont été réalisés à l'aide du logiciel ENVI 4.7. Le logiciel QGIS 14.4 a été utilisé pour les travaux de cartographie et d'analyses SIG, principalement pour la création de cartes thématiques et l'analyse spatiale. Les analyses statistiques, la production de tableaux et l'élaboration de graphiques explicatifs ont été effectuées

à l'aide de Microsoft Office Excel. Par ailleurs, Microsoft Office Word a été utilisé pour la rédaction et la structuration des résultats, la mise en forme des tableaux et des figures. Pour le recensement et le passage des coordonnées géographiques nécessaires à la géoréférencement et à la vérification sur le terrain, un GPS Garmin etrex 20 a été employé.

2.2.2.1. Méthode d'analyse des facteurs naturels sur la dynamique de ressources potentielles en terres

Les pertes des terres annuelles sont estimées en fonction des facteurs de l'agressivité climatique ou de l'érosivité des pluies (R), de l'érodibilité des sols (K), du facteur topographique (LS), de la couverture végétale (C) et des pratiques antiérosives (P). Pour la couverture végétale (C), le traitement d'images satellitaires a été nécessaire pour l'extraction des classes d'occupation des terres. La méthode consiste donc en une combinaison de tous ces facteurs qui concourent à la dégradation des terres (FAO, 1994). Les équations utilisées sont les suivantes :

$A = R * K * LS * P$ (Équation 1) ; **A** : moyenne de perte de terres annuelle possible à long terme (en t. ha.an-1) ; **R** : indice d'érosivité des pluies (MJ.mm.ha.h.an-1) ; **K** : indice d'érodibilité des sols (t. ha.h/ha.MJ.mm) ; **LS** : facteur de déclivité (adimensionnel) ; **C** : facteur de végétation (adimensionnel) ; **P** : facteur des pratiques de soutien (adimensionnel).

$R = 0,4RD + 0,6RI$ (Équation 2) où **R** : indice d'érosivité des pluies (MJ.mm/ha.h.an-1) ; **RD** : quantité des précipitations saisonnières de l'année indiquée ; **RI** : cumul des intensités déduites des pluies journalières au-dessus de 40 mm et pour la saison. L'équation de Roose et Sarraïlh, (1989) : Pour l'obtention des données liées à l'érodibilité des sols, les données des types de sols ont été utilisées. A partir de ces données, certaines caractéristiques physiques (texture, structure, perméabilité) et chimiques (matière organique) ont été considérées, pour évaluer le facteur d'érodibilité K et les spatialiser en utilisant l'équation de Roose, (1989) : $100 K = 2,1 (M^{1,14} \times 10^{-4})(12 - a) + 3,25 (b - 2) + 2,5 (c - 3)$ où **M** = % (2 à 100 microns) x % (100 à 2 000 microns). **M** = (% de limon) x (% de sable). **a** = % de matières organiques, **b** = cote de structure de l'horizon superficiel, **c** = classe de perméabilité du profil. L'analyse a consisté à reclasser les valeurs des pertes en sols en 5 classes du taux d'érosion entre 2003-2013 et 2013-2023. Ces classes sont 0 à 1 t/ha/an (faible), 1 à 5 t/ha/an (moyen), 5 à 10 t/ha/an (assez fort), 10 à 20 t/ha/an (fort) et ≥ 20 t/ha/an (très fort).

Pour décrire le climat actuel et ses effets sur les ressources potentielles en terres, les informations climatiques constituées d'indicateurs ont été recueillies auprès des services de la météorologie du Burkina Faso. Un indicateur est une information liée à un phénomène qui permet de déterminer son évolution au fil du temps et d'évaluer sa pertinence de façon objective et de pouvoir expliquer les raisons de ce changement ou de cette évolution. En ce qui concerne les informations climatiques recueillies, l'accent est mis sur les températures et les précipitations. Toutefois, ces mesures ont été utilisées pour examiner la variabilité climatique en analysant les tendances pluviométriques et thermiques de la station synoptique de Dédougou. Ces informations météorologiques sont régulièrement consignées par rapport aux autres stations. Cela permet de percevoir la corrélation entre cette évolution du climat et son impact sur la dynamique des ressources potentielles ressources. L'indice standardisé de précipitation d'une période donnée permet de déterminer si une année est excédentaire ($ISP > 0$), déficitaire ($ISP < 0$) ou normale ($ISP \approx 0$) (Ouedraogo, 2012).

2.2.2.2. Méthode d'analyse des facteurs socio-économique et politique sur la dynamique de ressources potentielles en terres

La connaissance du degré d'influence des activités socio-économiques a nécessité une analyse spatiale plus fine de la population et du cheptel à partir de la cartographie. Pour cela, les indicateurs de pression démographique et animale ou effectif de la population du cheptel ont été considérés. Les principales pressions anthropiques et naturelles affectant les terres et leur importance relative ont été identifiées par des enquêtes locales et des relevés environnementaux, puis croisées avec les données d'analyses SIG issues d'images de satellites. L'Analyse Hiérarchique des Processus (AHP) a été utilisée pour attribuer des poids à chaque élément. Cette approche s'est basée sur des comparaisons binaires des facteurs, en intégrant les jugements d'experts, les données empiriques issues du terrain et les conclusions des analyses spatiales. Ainsi, des pourcentages ont été affectés à la densité de la population humaine et animale en fonction de leur impact sur des ressources potentielles en terres. Dans ce présent travail, 60% ont été affectés à la pression démographique pour sa part de destruction des ressources potentielles en terres sur l'ensemble de la Boucle du Mouhoun

$((\text{Effectif de la population de chaque village} * 0,6) / (\text{Effectif total de la population de la région}))$. Quant à la Pression animale, 40% ont été pris en compte. Mais à ce niveau la part de destruction des ressources potentielles en terres par chaque espèce d'animal a été considérée dont 80% pour les Bovins $((0,8 * \text{Effectif total des animaux de la région}) / 100)$, le poids 15% aux caprins $((0,15 * \text{Effectif total des animaux de la région}) / 100)$ et 5% aux moutons $((0,05 * \text{Effectif total des animaux de la région}) / 100)$. Pour appréhender le degré d'influence politique, une analyse diachronique des pratiques agricoles est faite à base des données statistiques ainsi que celle des politiques agricoles.

2.2.2.3. Méthode de conception de la carte de dégradation totale des terres

La réalisation de la carte de dégradation totale des terres (figure 12) est faite à partir des calculs qui ont été exécutés dans l'outil SIG où les poids ont été affectés à des facteurs suscités en fonction de leur contribution à la destruction des ressources en terres dans la Boucle du Mouhoun. La pondération des facteurs de dégradation des terres dans la Boucle du Mouhoun s'appuie sur un mélange d'observations sur le terrain, d'analyses spatiales et de techniques multicritères. Ainsi, le poids 50 a été affecté à l'ensemble de la Pression Démographique et animale, 25 à l'érosivité des pluies (R), 25 à l'érodibilité des sols (K), 10 au facteur topographique (LS) et 40 à la couverture végétale (C).

3. Résultats

3.1. Evolution des quantités de pertes de sols entre 2003 et 2013 ; 2013 et 2023

Le croisement des différentes couches des facteurs de Revised Universal Loss Soil Equation (RUSLE) a permis de spatialiser les quantités de pertes de sols dans la Boucle du Mouhoun entre 2003 et 2013 ainsi qu'entre 2013 et 2023 (Figure 2). Le résultat de ce croisement a permis non seulement de percevoir la répartition spatiale du degré d'érosion hydrique des terres mais aussi de connaître la masse ou la quantité des terres décapées selon les zones et l'année. Cinq (05) différentes classes d'érosion ont finalement été reclassées qui varient entre 0 et supérieures à 20 t/ha/an dont la classe 0 à 1 t/ha/an (faible), 1 à 5 t/ha/an (moyen), 5 à 10 t/ha/an (assez fort), 10 à 20 t/ha/an (fort) et ≥ 20 t/ha/an (très fort). Le taux moyen d'érosion est de 1,40 t/ha/an en 2003 ; 1,16 t/ha/an en 2013 et contre 2,35 t/ha/an en 2023.

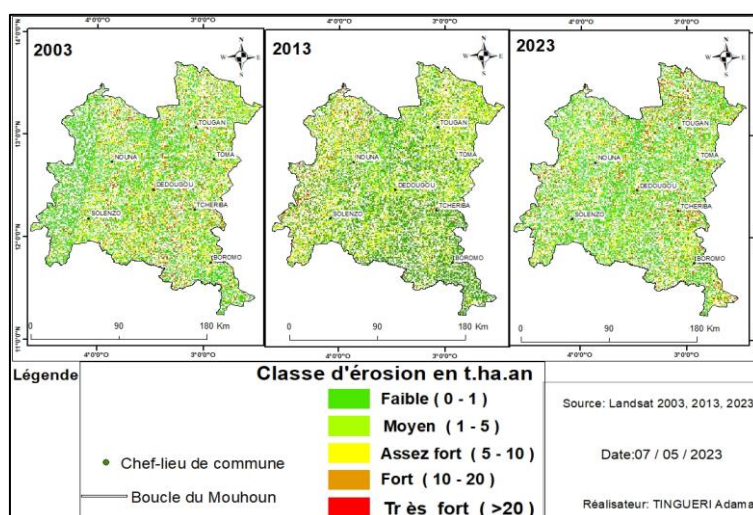


Figure 2. Planche cartographique de la dynamique de l'érosion hydrique entre 2003 et 2013 ; 2013 et 2023

La figure 2 montre la répartition spatiale des valeurs des pertes de sols en fonction des différentes classes d'érosion. L'analyse de ces pertes de sols présente des variations survenues dans ces différentes classes d'érosion. Ainsi, en 2003, 45,85 % des pertes de sols sont issues de la classe moyenne et les 26,16 % ; 23,12 % ; 4,83 % ainsi que 0,04 % sont issues respectivement de la classe faible, assez-forte, forte et très forte. En 2013, 66,20 % des pertes de sols sont issues de la classe faible et les 18,71 % ; 1,25 % ainsi que 0,09 % sont issues respectivement de la classe moyenne, assez-forte et forte. En 2023, 30,42 % des pertes de sols sont issues de la classe assez-forte et les 30,35 % ; 15,36 % ; 12,63 % ainsi que 11,23 % sont issues respectivement de la classe forte, très forte, faible et moyenne. A l'exception de la classe 0 à 1 t/ha/an (faible), les quatre (04) autres classes ont connu une évolution à la baisse de la masse des pertes de sols de 2003 à 2013. Au titre des classes ayant connu une baisse des pertes de sols, on note la classe 1 à 5 t/ha/an (moyen), 5 à 10 t/ha/an (assez fort), 10 à 20 t/ha/an (fort) et ≥ 20 t/ha/an (très fort). Durant cette période, la classe 0 à 1 t/ha/an (faible) a connu une hausse des pertes de sols. Concernant l'évolution des classes de 2013 à 2023, les cinq (05) classes ont connu également des variations. Ainsi, les classes 5 à 10 t/ha/an (assez fort), 10 à 20 t/ha/an (fort) et ≥ 20 t/ha/an (très fort) ont connu une hausse des pertes de sols tandis que les classes 0 à 1 t/ha/an (faible) et 1 à 5 t/ha/an (moyen) ont connu

une baisse des pertes de sols. Ces variations des pertes de sols sont en partie liées à des différentes pentes et amplifiées par des facteurs anthropiques et pédoclimatiques de la région. Le tableau 1 contient des pertes de sols en tonne/an pour les années 2003, 2013 et 2023.

Tableau 1. Evolution des pertes de sols entre 2003 et 2013 ; 2013 et 2023

	Pentes \ Année	< 7 %	7 et 11,3 %	>11,3 %	Total
	Année				
Pertes de sols en t/an	2003	4 256 491,73	313 599,83	261 826,442	4831917,997
	2013	3 641 531,35	275 792,68	611 775,42	4529099,45
	2023	8 250 665	609 234,94	1 681 493,7	10541393,64

Dans le tableau 1, on constate qu'en 2003 en raison des différents facteurs suscités, les pentes < 7 % ; 7 – 11,3 % et >11,3 % ; ont contribué à faire perdre respectivement des quantités de terres de 4 256 491,73 t/an ; 313 599,83 t/an ; 261 826,442 t/an et qui totalise 4831917,997 t/an. Quant en 2013, en raison de ces mêmes différents facteurs suscités, les pentes < 7 % ; 7 – 11,3 % et >11,3 % ; ont contribué à faire perdre respectivement des quantités de terres de 3 641 531,35 t/an ; 275 792,68 t/an ; 611 775,42 t/an et qui totalise 4529099,45 t/an. Quant en 2023, en raison de ces mêmes différents facteurs suscités, les pentes < 7 % ; 7 – 11,3 % et >11,3 % ; ont contribué à faire perdre respectivement des quantités de terres de 8 250 665 t/an ; 609 234,94 t/an ; 1 681 493,7 t/an et qui totalise 10541393,64 t/an.

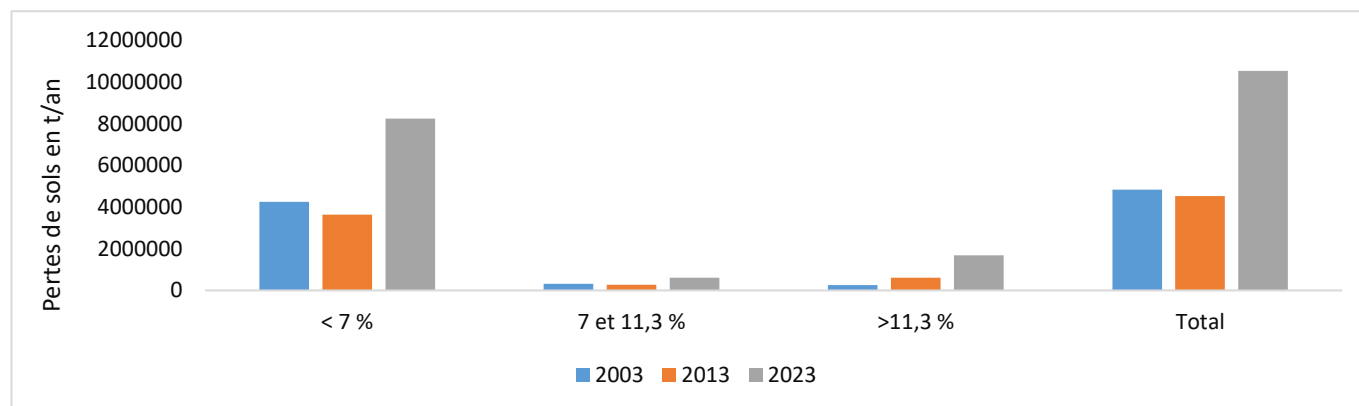


Figure 3. Evolution de récapitulatif des pertes de sols entre 2003 et 2013 ; 2013 et 2023

Source : Analyse de l'évolution des pertes de sols

De la figure 3, la baisse des pertes de sols au cours de la période 2003 à 2013 se justifie par la présence des pratiques antiérosives (enquêtes terrain). Cette baisse est due aux aléas climatiques mais aussi à la baisse de la pluviométrie. L'augmentation des pertes en terres entre 2013 et 2023 peut être le résultat d'une combinaison de facteurs climatiques, anthropiques, et écologiques. Les conditions climatiques extrêmes, associées à des pratiques agricoles inappropriées, à la déforestation, à une gestion des terres insuffisante et à une urbanisation croissante, ont probablement contribué à la dégradation des sols et à une érosion accélérée. Cela montre que cette dynamique des ressources potentielles en terres est l'une des conséquences de l'influence climatique (naturelle), socio-économique et politique, d'où la nécessité de la décrire en détail.

3.2. Influence naturelle sur les dynamiques de ressources potentielles en terres

La figure 4 montre une tendance générale à l'augmentation de la pluviométrie. La droite de tendance linéaire de l'ISP confirme cette tendance avec un coefficient directeur (0,0202) supérieur à zéro. La faible valeur du coefficient de détermination ($R^2 = 0,0544$) exprime une forte dispersion des valeurs pluviométriques, témoignant ainsi d'une forte variation des pluies dans le temps. La lecture cette figure 4 montre une variation pluviométrique marquée par une alternance d'années excédentaires et déficitaires. En effet il apparait ainsi que les années excédentaires (17 années) ont une fréquence plus importante que les années déficitaires (12 années). La fréquence des années excédentaires est devenue plus importante après 1994. Cet excès s'est accentué

jusqu'en 2021, année à partir de laquelle la pluviométrie s'est améliorée. En effet, l'analyse des pertes de sols dans la région de la Boucle du Mouhoun montre une dynamique complexe influencée par les variations des précipitations, les méthodes d'agriculture et des facteurs sociaux et sécuritaires. Alors l'indice de précipitations (ISP) constitue une mesure essentielle pour comprendre l'impact des variations climatiques sur les pertes de sols soit par le surplus des précipitations (ISP positif) ou soit par le déficit des précipitations (ISP négatif). Ces variations climatiques en impactant l'humidité des sols provoquent l'érosion, la perte de fertilité des sols et affectent négativement la productivité agricole.

En 2003, l'ISP (0,71) indique un surplus de précipitations modéré avec des pertes de sols estimées à 4 831 917,997 tonnes. Donc la gestion du sol n'a pas réussi à empêcher totalement les pertes de sols causées par l'érosion probablement exacerbée par des périodes de ces précipitations adéquates observées ou mal distribuées. Ces aspects indiquent une année où un excès d'humidité a pu provoquer une certaine dégradation des sols.

En 2013, l'ISP indique une pluviométrie excédentaire plus significative atteignant 1,19. Cela pourrait suggérer une époque où des pluies excédentaires ont aggravé l'érosion dans certaines zones. Néanmoins, l'usage de méthodes agricoles durables comme les cordons pierreux, le zaï, les demi-lunes, les diguettes antiérosives et le semis direct sous couverture végétale a contribué à diminuer considérablement les pertes de sols malgré la pluviométrie excédentaire. Ces méthodes favorisent l'infiltration de l'eau, limitent le ruissellement et stabilisent les sols selon la majorité des enquêtés. Cette amélioration des méthodes agricoles a permis de réduire les pertes de sols à 4 529 099,45 tonnes, démontrant ainsi l'efficacité des stratégies d'adaptation locale dans la réduction de la vulnérabilité environnementale.

En 2023, l'ISP (-0,09) témoigne une sécheresse significative accompagnée de faibles précipitations. Cette sécheresse prolongée a provoqué une réduction de l'humidité du sol. Selon les enquêtés, la dynamique de l'introduction de techniques antiérosives comme les cordons pierreux et les demi-lunes qui a permis la baisse relative des pertes de sols entre 2003 et 2013, a été partiellement contrecarrée par l'abandon de terres agricoles causé par les groupes terroristes qui ont contraint de nombreuses populations à quitter leurs terres. Cela a augmenté la vulnérabilité des sols face aux faibles précipitations par la réduction de la couverture végétale protectrice. Cette absence de la couverture végétale protectrice due à ces pluies modérées a contribué à un ruissellement concentré, érodant des sols nus (champs abandonnés) conduisant de ce fait à une hausse des pertes de sols atteignant 10 541 393,64 tonnes en 2023.

Les méthodes agricoles efficaces qui ont permis de réduire les pertes en 2013 doivent désormais être accompagnées de stratégies visant à augmenter la capacité de résistance des communautés rurales même dans le contexte d'instabilité. Cela inclut la sécurisation des zones rurales et le soutien à la réinstallation des communautés déplacées afin de préserver les terres agricoles et assurer une gestion durable des sols face aux défis climatiques et sécuritaires.

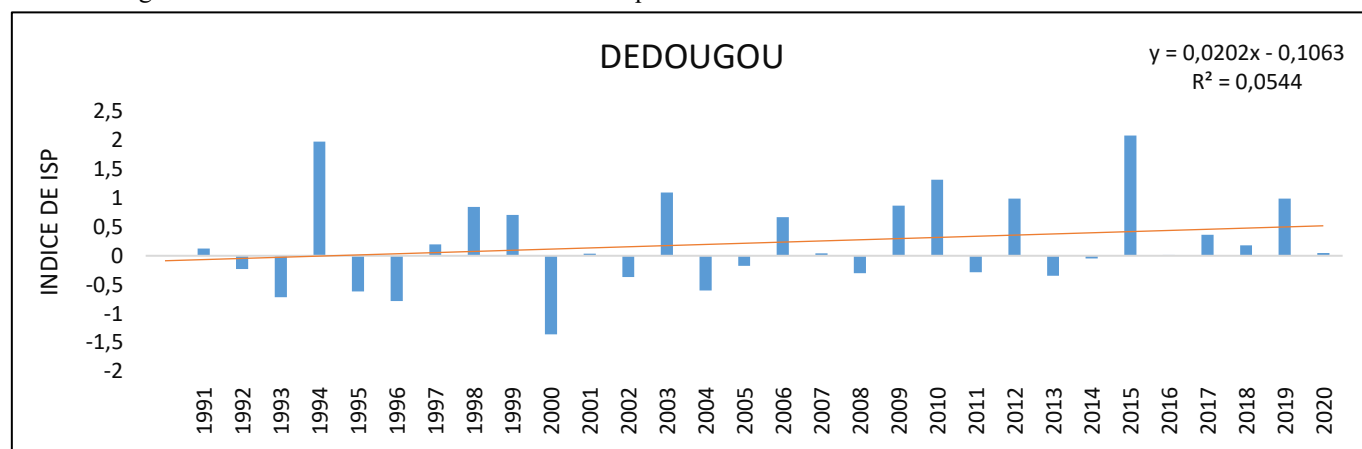


Figure 4. Évolution de l'indice standardisé de précipitation de la station de Dédougou de 1991 à 2021

Source : Analyse de l'évolution de l'indice standardisé de précipitation de la station de Dédougou

La figure 5 présente l'évolution des températures enregistrées par la station synoptique de Dédougou et de Boromo de 1991 à 2021. Elle montre une évolution en dents de scie des températures minimales, maximales et moyennes avec une tendance à la hausse. Cette augmentation est illustrée par les courbes de tendance linéaire. Les plus fortes températures maximales moyennes annuelles ont été enregistrées en 2005 et 2016 à Dédougou, soit respectivement de 29,9 °C et 29,9 °C. Les moyennes des températures annuelles minimales les plus faibles ont été enregistrées en 1992 (28,2 °C) à Boromo et en 1994 (28,2 °C) à

Dédougou. Les températures moyennes et maximales connaissent une augmentation depuis ces trente dernières années. Les valeurs des coefficients de détermination sont de 0,0203 à Dédougou et de 0,0256 à Boromo. Elles montrent une faible croissance dans le temps. Ces chiffres indiquent cependant une variation plus importante des températures moyennes et maximales par rapport aux températures minimales. Les températures moyennes mensuelles varient entre 28,2 °C et 29,9 °C. Les températures minimales sont enregistrées dans le mois de décembre tandis que les températures maximales s'observent dans le mois d'avril. Avec une amplitude d'environ 1,7 °C, les températures moyennes varient beaucoup d'un mois à l'autre au cours de l'année au gré des saisons. La saison pluvieuse et la saison sèche et froide enregistrent les plus basses températures de l'année et la saison sèche et chaude connaît les plus fortes températures. On peut aussi constater cette variation d'une année à l'autre. Ainsi, les résultats des enquêtes de terrain révèlent une prise de conscience généralisée des paysans dans la Boucle du Mouhoun concernant l'augmentation de cette température et de son influence directe sur la capacité des sols à soutenir la vie végétale et les activités humaines. Une PDI (agriculteur) venue de Gassan affirme : « Autrefois, même sans fertilisation la terre produisait, mais aujourd'hui avec la chaleur tout sèche trop rapidement ». Une autre PDI (productrice de légumes) venue de Daka (commune de Tougan) souligne : « Nos puits se tarissent plus rapidement, le sol se durcit et la chaleur entraîne une chute précoce des feuilles. Cette hausse de température contribue à la perte des terres agricoles et naturelles par la dégradation, l'érosion et la désertification. En effet, les pertes annuelles de terres dans la Boucle du Mouhoun (Tableau 1) ont été estimées à 4 831 917,997 tonnes en 2003 avec une température moyenne annuelle d'environ 29,2°C, à 4 529 099,45 tonnes en 2013 avec une température moyenne annuelle d'approximativement 29,1°C et à 10 541 393,64 tonnes en 2023 avec une température moyenne annuelle atteignant environ 29,6°C. Donc, l'augmentation de la température moyenne annuelle dans la Boucle du Mouhoun semble corrélée à l'augmentation des pertes de sols qui est le résultat de plusieurs mécanismes liés au réchauffement climatique. Parmi ceux-ci figurent la dégradation des sols causée par la diminution de la couverture végétale et la désertification exacerbée par le stress hydrique et la perte de végétation, l'érosion accrue qui sont liées aux modifications de la structure des sols ainsi que la réduction de la productivité agricole en raison des vagues de chaleur et de sécheresse. Ces phénomènes contribuent aussi à la perte de fertilité des sols et à la dégradation des terres cultivables.

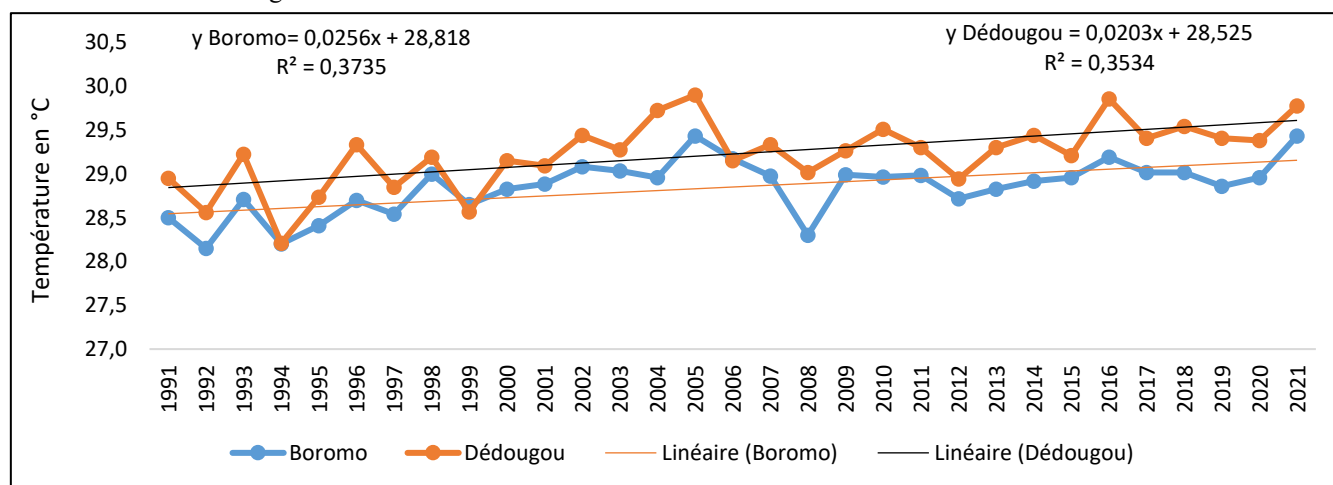


Figure 5. Évolution des températures minimales, maximales et moyennes de la station de Dédougou et Boromo de 1991 à 2021
 Source : Analyse de l'évolution des températures minimales, maximales et moyennes de la station de Dédougou et Boromo

L'analyse des courbes d'insolation des deux stations météorologiques de la région (figure 6) indique que l'insolation augmente de façons générales entre les deux dates 1991 et 2021. L'insolation de 2013 est la plus élevée avec 106,8 heures/an enregistré dans la station de Dédougou et celle de 2004 est la plus petite avec 61,3 heures/an enregistré dans la même station. En effet, l'ensoleillement est un facteur clé dans le bilan hydrique des sols. Une augmentation de l'ensoleillement (c'est-à-dire, plus de jours ensoleillés et moins de nuages) peut aggraver l'évaporation de l'eau présente dans le sol, rendant les terres plus vulnérables à la sécheresse et à la dégradation. À l'inverse, des périodes de moins d'ensoleillement peuvent réduire l'évaporation et favoriser une meilleure rétention de l'humidité dans le sol. Ces facteurs sont donc essentiels pour comprendre la relation entre l'ensoleillement et les pertes de sols dans cette région.

En 2003, l'ensoleillement était relativement modéré avec 99,3 heures d'ensoleillement. Ce niveau d'ensoleillement n'est ni trop faible ni excessif permettant aux sols de maintenir une humidité stable. L'humidité suffisante aide à préserver la végétation qui protège les sols contre l'érosion. L'ensoleillement dans la Boucle du Mouhoun en 2003 est modéré. Cela a favorisé un bon

équilibre hydrique augmentant de ce fait une couverture végétale et réduisant les risques d'érosion. En conséquence, les pertes de sols ont atteint 4 831 917,997 tonnes en 2003.

En 2013, l'ensoleillement dans la Boucle du Mouhoun par rapport à 2003 a progressé atteignant 103,9 heures. Cette hausse a provoqué une évaporation accrue de l'humidité dans les sols diminuant leur aptitude à conserver l'eau et rendant les sols plus vulnérables à l'érosion. Par conséquent bien que le rayonnement du sol influence la dynamique des sols, l'analyse a révélé qu'une présence ponctuelle mais significative d'aménagements antiérosifs (cordons pierreux, demi-lunes) se trouve dans la région. Un tiers des producteurs enquêtés déclaraient utiliser des techniques CES/DRS dont leur mise en œuvre reste variable selon les localités. C'est la raison pour laquelle les pertes de sols ont légèrement baissé atteignant 4 529 099,45 tonnes probablement en raison de la gestion optimisée de l'humidité du sol.

En 2023, l'exposition de la Boucle du Mouhoun au soleil a baissé par rapport à 2013 atteignant 99,9 heures et pratiquement le même nombre d'heures d'ensoleillement que 2003 avec 99,3 heures d'ensoleillement. Mais cette légère baisse du rayonnement solaire de 2013 ou qui est resté constant par rapport à 2003 n'est pas un facteur explicatif suffisant à lui seul pour justifier l'augmentation des pertes de sols en 2023 (plus du double des pertes de sols de 2003) avec 10 541 393,64 tonnes. Les réponses aux questionnaires révèlent que d'autres facteurs comme la qualité de l'ensoleillement peut être réduite par les particules atmosphériques et la variabilité saisonnière et les modifications dans l'intensité des pluies. Il y a aussi, l'insécurité croissante qui a provoqué des abandons massifs de terres, la suspension des pratiques agricoles durables et une pression socio-économique accrue sur les espaces sécurisés. Ces facteurs ont un impact direct sur la productivité végétale et la stabilité des sols, contribuant à la dynamique de dégradation des sols.

En définitive, l'ensoleillement a un impact direct sur l'humidité des sols et par conséquent sur la flore et l'érosion. Une augmentation de l'ensoleillement peut entraîner une évaporation accrue réduisant ainsi l'humidité du sol et favorisant l'érosion. Toutefois, l'ensoleillement n'est qu'un facteur parmi d'autres. La hausse des pertes de terre en 2023 est essentiellement attribuable à des éléments externes comme l'intensification des usages agricoles (zones sécurisées), la perte de pratiques de conservation des sols (zones non sécurisées ou abandonnées), les modifications dans l'intensité des pluies, ou encore les pressions socio-économiques qui ont considérablement aggravé le contexte malgré le nombre d'heures d'ensoleillement relativement stable entre 2003 et 2023. Par conséquent, bien que le rayonnement du sol influence la dynamique des sols, d'autres éléments tels que la gestion du sol, les méthodes agricoles, les conditions climatiques extrêmes et le contexte socio-économique ont un impact crucial sur le déroulement des pertes de sols.

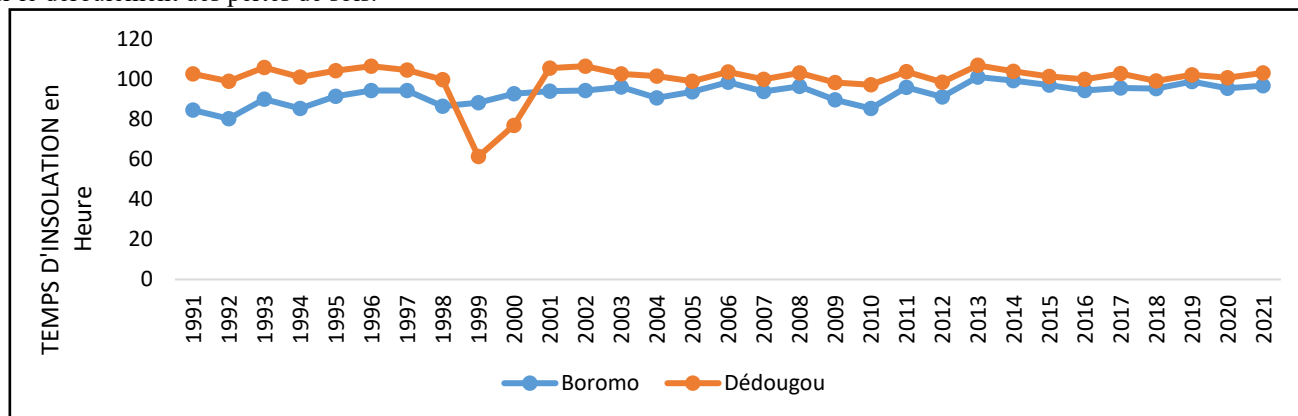


Figure 6. Évolution de l'ensoleillement entre 1991 et 2021

Source : Analyse de l'évolution de l'ensoleillement de la station de Dédougou et Boromo

3.3. Degré d'influence des activités socio-économiques

L'érosion des sols résulte d'une combinaison de facteurs (climat, agriculture, élevage), dont il est bien difficile d'évaluer les parts respectives. L'intensité de l'impact sur les sols est plus forte sous l'effet des activités agricoles, comparativement aux activités pastorales. Dans le premier cas, il y a destruction de la couverture végétale et parfois aggravation de l'emprise érosive du fait de certaines pratiques culturales (labour dans le sens de la pente). À l'inverse, l'impact de l'élevage sur les sols peut être considéré comme plus important en termes d'extension géographique, en raison de la plus grande proportion de parcours par rapport aux cultures dans les zones. Les figures 7 et 8 sont des résultats du traitement des données démographiques et cheptels montrant le degré d'influence spatiale de la destruction humaine et du cheptel.

3.3.1. Degré d'influence et de destruction humaine (l'évolution démographique)

L'analyse démographique de la région de la Boucle du Mouhoun révèle une croissance continue de la population, passant de 1 382 769 habitants en 2003 à 1 860 848 en 2023. Parallèlement, les pertes de sols ont doublé sur la même période, passant de 4 831 917,997 tonnes en 2003 à 10 541 393,64 tonnes en 2023. Ainsi, les réponses issues des questionnaires indiquent qu'en 2003, les actions pour freiner la dégradation des terres étaient encore limitées dues à l'agriculture traditionnelle qui souvent sans pratiques de conservation des sols dominait, contribuant à l'érosion et à la perte de fertilité des sols. Il y a aussi l'urbanisation croissante qui empiétait progressivement sur les terres agricoles. Malgré que quelques initiatives locales de protection des sols aient été entreprises, ces dernières demeuraient inadéquates et insuffisantes. Les gouvernements et les ONG commençaient à promouvoir la gestion durable des terres, mais les politiques et les actions étaient encore embryonnaires affirmait l'agent technique d'agriculture.

En 2013 avec une population de 1 610 259 habitants, les pertes de sols sont légèrement réduites par rapport à 2003 atteignant 4 529 099,45 tonnes. Il ressort des enquêtes que cela s'explique par diverses actions menées pour limiter la dégradation des sols notamment les méthodes agricoles durables qui impliquent la rotation des cultures, l'irrigation efficace et la résistance à l'érosion afin de maintenir la fertilité des sols. Il y a également de la reforestation et de la gestion des forêts financées et suivies par les projets de restaurer des terres dégradées et de prévenir l'érosion ainsi que des politiques d'aménagement du territoire protégeant les terres agricoles. Ces actions ont été conduites tantôt par le gouvernement et tantôt par les ONG comme le WWF, la FAO, et la GIZ venant en soutien à ces initiatives, contribuant ainsi à réduire les pertes de sols malgré la croissance démographique. Quatre-vingt pourcent (80%) des paysans interrogés qui maîtrisent ces méthodes agricoles durables disent avoir reçu de ces projets l'éducation et la sensibilisation menées dans les campagnes pour informer les agriculteurs sur les bonnes pratiques de gestion des terres. Les deux tiers des paysans interrogés confirment que l'application de ces bonnes pratiques de gestion des terres a contribué efficacement à cette baisse de pertes de sols en 2013. Bien que des efforts aient été faits pour freiner la dégradation des terres grâce à des pratiques agricoles durables, cette gestion des terres était encore fragile compte tenu du déplacement massif de la population dans certaines localités de la région à partir de cette période 2013-2014 et que la crise sécuritaire majeure n'ait véritablement éclaté qu'en 2014.

Ce mouvement était provoqué par des tensions sociales et des facteurs économiques qui commençaient à toucher certaines régions rurales conduisant ainsi l'abandon des terres agricoles et une réduction de l'activité agricole. Les effets de l'abandon des terres qui varient selon le contexte pédoclimatique et la durée de l'inactivité (1 an ou 2 ans) ont été particulièrement exposés à l'érosion et à la dégradation des sols du fait du manque d'entretien et de la réduction des pratiques agricoles durables. En effet, dans les zones sableuses en pente, l'érosion s'accélère rapidement en l'absence de cultures, surtout en période de fortes pluies. En revanche, sur des terrains plats à sols argilo-limoneux, un abandon prolongé (5ans ou plus) favorise la régénération végétale et la restauration de la fertilité. Ainsi, la dynamique de dégradation ou de récupération dépend étroitement des conditions locales et du temps d'abandon. Les communautés rurales fréquemment situées dans des zones déjà marginalisées ont abandonné leurs territoires pour trouver un refuge en milieu urbain ou dans des régions plus stables laissant les champs sans culture ni protection écologique. Ainsi, l'absence de cette gestion des terres et la fragilité des infrastructures rurales ont donc intensifié l'érosion des sols et augmenté les pertes de sols par la suite.

En 2023, le nombre d'habitants a atteint 1 860 848 et les pertes de sols ont considérablement augmenté pour atteindre 10 541 393,64 tonnes dans la Boucle du Mouhoun. Cette progression a été fortement influencée par la crise de sécurité qui a commencé en 2014. Des migrations massives ont eu lieu entraînant ainsi des abandons des terres agricoles dans plusieurs zones et conduisant à la perte des terres agricoles en raison de ces conflits prolongés et de l'insécurité croissante. Ce déplacement massif de populations a eu des répercussions désastreuses sur la gestion des terres, car avec cette insécurité de nombreux agriculteurs ont laissé derrière eux de vastes surfaces cultivables abandonnées surtout dans les régions rurales. Ces terres désormais dépourvues de culture et sans préservation ont rapidement fait face à l'érosion et à la détérioration. Il y a également le manque de la protection végétale (tapis herbacé) à cette période requise pour préserver les sols. Cela a rendu encore les états de ces territoires vulnérables qui se retrouvent plus exposés aux conditions météorologiques (pluies abondantes et vents) qui ont intensifié l'érosion. L'insuffisance de travaux agricoles et d'une gestion appropriée a grandement favorisé la diminution de la fertilité des sols et leur détérioration rapide à travers l'intensifié des pertes de terrain. Les terrains agricoles non exploités ont diminué leurs aptitudes à alimenter la production intensifiant les enjeux de sécurité nutritionnelle dans les zones affectées par la crise.

La pression démographique ou la densité de population peut jouer un rôle catalytique dans la détérioration, provoquant une compétition intensifiée pour obtenir les ressources rares ou les usages des écosystèmes. Il est à noter qu'une faible densité de population peut également mener à une détérioration due à un manque d'équipement pour le traitement ou la gestion du sol. Cette contrainte démographique se manifeste par diverses formes d'activités humaines, engendrant de ce fait cette détérioration des sols. Bien que la détérioration naturelle demeure une des principales causes, elle requiert aussi l'application de mesures appropriées. Ainsi, la figure 7 est utilisée pour comprendre cette pression démographique globale de la région. Elle est le résultat

du traitement des données statistiques de la population de 2019 du Recensement Générale de la Population et de l'Habitat (RGPH). Elle montre quatre niveaux de degré d'influence humaine de la dégradation dont léger, modéré, fort et extrême. En effet la majeure partie de la région subit un léger degré d'influence humaine, certainement dû à la faible représentation humaine dans des localités de la région. Le niveau de degré d'influence humaine de la dégradation allant de modéré à extrême se retrouve plus localisée dans les agglomérations notamment autour des localités agricoles telles que Solenzo, Tansila, Kouka, Dédougou et Fara où sont localisées des activités d'orpaillages instances. Ces niveaux de degré d'influence humaine de la dégradation des terres trouvent leurs origines sur les causes directes des activités humaines.

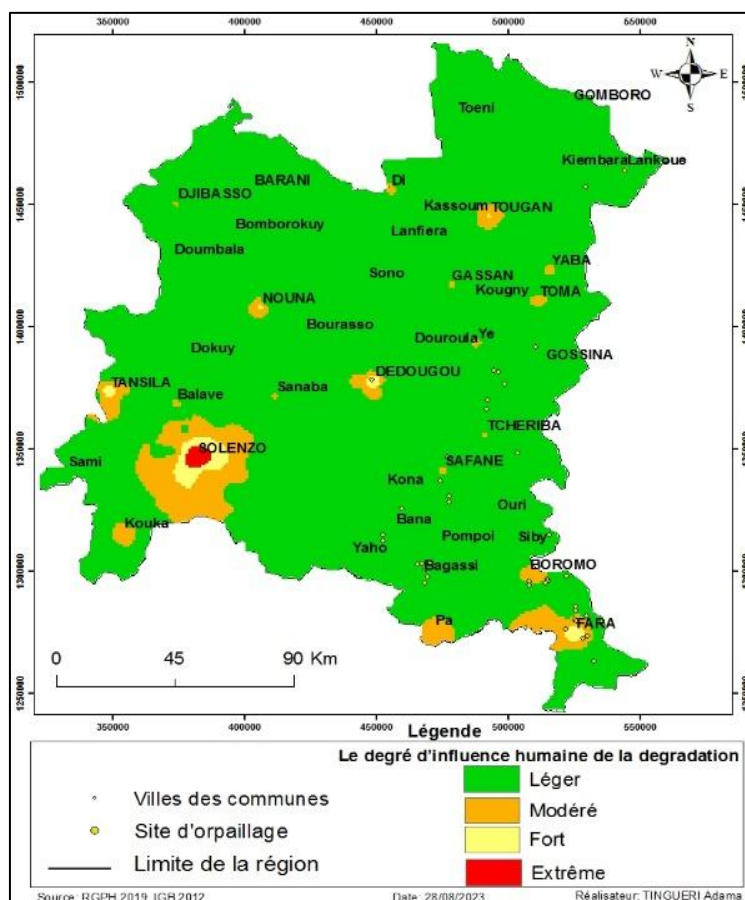


Figure 7. Le degré d'influence des activités humaines

3.3.2. Degré d'influence de la destruction du cheptel de la région de Boucle du Mouhoun

Le traitement des données statistiques du cheptel de 2020 obtenu au niveau de la DRRAH/BMH de la Boucle du Mouhoun a abouti à la figure 8 où sont présentés quatre niveaux de degré d'influence du cheptel de la dégradation ou de la dynamique des ressources potentielles en terres.

En effet la majeure partie de la province du Sourou et du Nayala subit un léger à un modéré degré d'influence du cheptel, certainement dû à la faible représentation du cheptel dans ces localités. Les provinces du Mouhoun et des Balé subissent modérément cette dégradation notamment autour de la commune de Dédougou, Ouri, Bana, siby, Pompoi, Bagassi, Yaho par contre les communes de Safané, de Boromo et de Fara subissent modérément, fortement et extrêmement la dégradation par le cheptel. Les provinces des Banwa et Kossi subissent majoritairement une forte à une extrême dégradation due au cheptel notamment dans la commune de solenzo en tête, suivie de celle de Barani et de Dokuy. Cependant, cette faible densité du cheptel reste non négligeable quant à son apport de dégradation à cause de la disparité des espèces constituée majoritairement de petit ruminant et de la divagation des animaux qui reste toujours d'actualité. Il y a également une présence de sécurité foncière mal définie ou de mauvais droits d'accès causant ainsi des difficultés d'abreuvement des animaux, l'absence de zones de pâturage, l'absence de pistes à bétail. Cela amène certaines composantes de la société ou des exploitants à se sentir 'non propriétaires' des investissements d'entretien et sont contraintes à faire des recours à certaines pratiques traditionnelles qui sont favorables à la

dégradation des terres telle que le surpâturage. Parlant de surpâturage, il entraîne généralement une baisse de la couverture végétale, une modification vers la baisse de la qualité du fourrage et/ou vers le compactage du sol.

Cela peut provoquer à son tour la réduction de la productivité du sol et une érosion éolienne ou hydrique. Il comprend un nombre excessif de bétails, un piétinement le long des parcours des animaux. Cette dégradation due au cheptel peut trouver son origine non seulement dans le nombre du cheptel présent dans une localité donnée mais aussi dans la faible instruction, le non-accès à la connaissance et aux services d'appui des éleveurs.

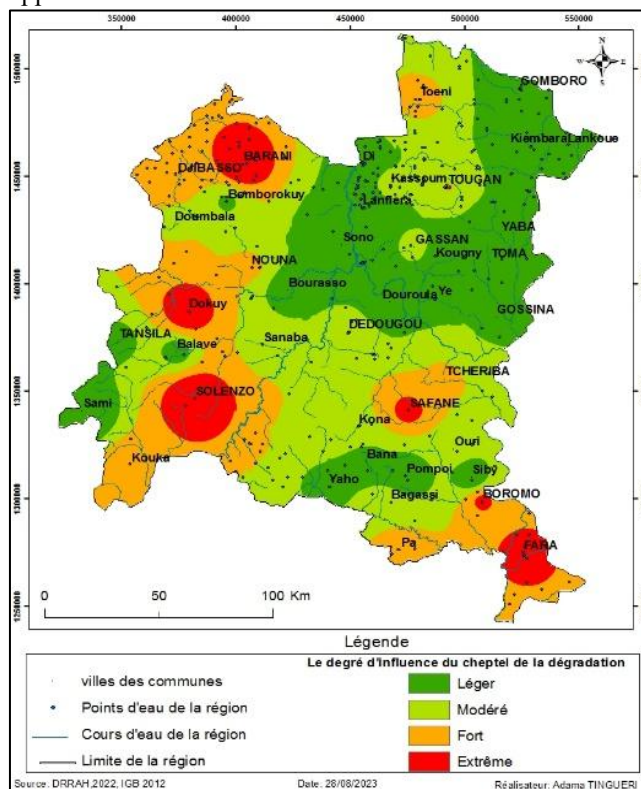


Figure 8. Le degré d'influence des activités dues au cheptel

3.4. Evolution des pratiques agricoles

Depuis plusieurs millénaires, les activités humaines, et particulier l'agriculture, ont conduit à la transformation progressive d'une grande partie des surfaces terrestres mais également à la domestication des plantes. Cela se traduit par des paysages plus ou moins marqués par l'empreinte de l'agriculture sous forme de systèmes de production extensifs ou intensifs. Le Burkina n'est pas exclu de cette évolution de pratiques agricoles pour améliorer les conditions de travail des paysans et le rendement agricole annuel basé sur la pluviométrie. Donc les graphiques ci-dessous décrivent cette évolution des pratiques agricoles qui participe directement à la dégradation des terres.

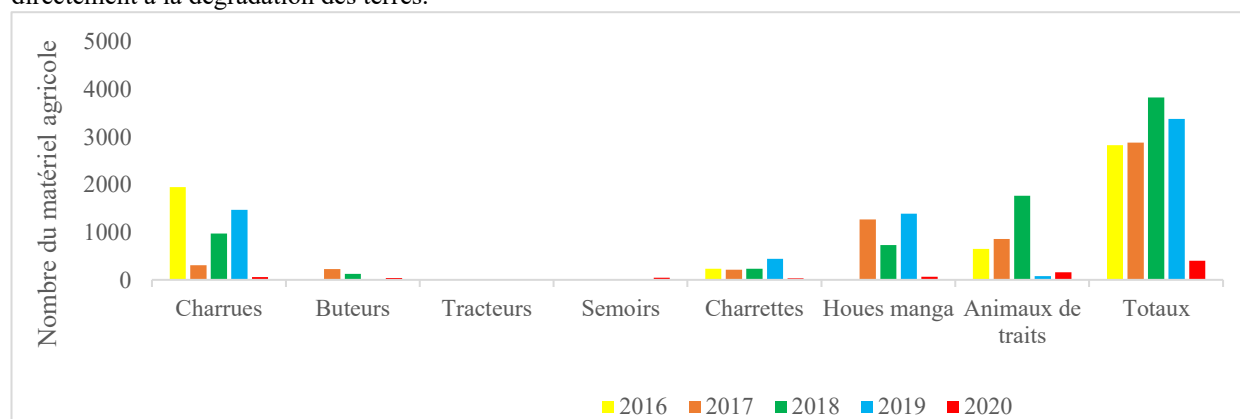
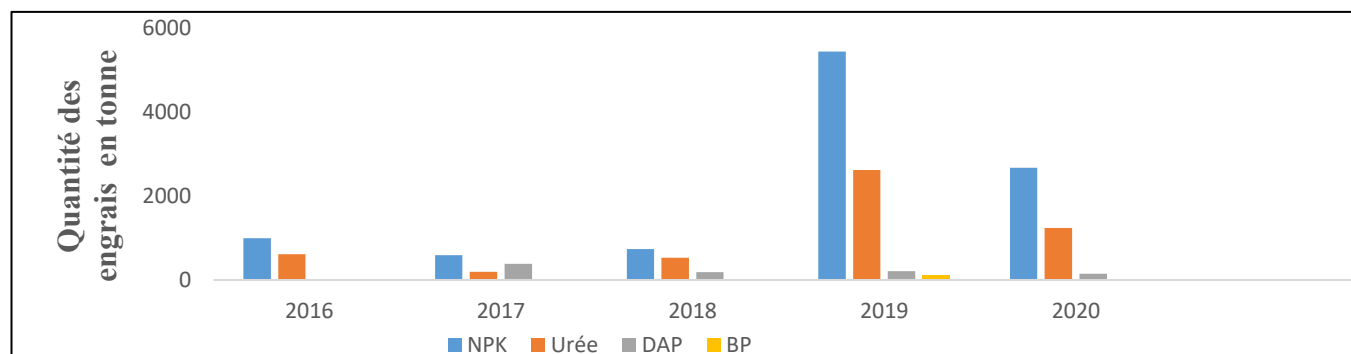


Figure 9. Evolution du matériel agricole de 2016 à 2020

Source : Analyse de l'évolution du matériel agricole dans la Boucle du Mouhoun

Le graphique 4 indique que les équipements agricoles d'une manière générale ont eu une évolution fulgurante ces dernières années. Ainsi les charrues (58), les tracteurs (02) ou butteur (45), houes manga (65), conçues et destinées au sarclage et labour en terre peu profonde sont utilisés sur n'importe quel type de sols dans toute la région aggravant la dégradation de ces types de sols. D'après 97% des personnes interrogées, ils ont recours aux labours ou aux sarclages à travers leurs propres acquisitions de charrues, de tracteurs ou butteur, houes manga et les 3% de ces paysans ont recours à des locations pour les besoins de labours ou de sarclages des champs. Les animaux de traits, charrettes, les semoirs contribuent au tassement ou compaction des sols et accélèrent les ruissellements aboutissant à des ravines. L'utilisation de ces équipements dans l'agriculture doit être effectuée de manière raisonnée, car un usage excessif s'est installé, comme l'indiquent les réponses aux questionnaires adressés aux acteurs locaux et aux responsables de la gestion des ressources en terres. Cela nuit naturellement aux rendements optimaux des cultures céréalières, en raison de la perte progressive de fertilité chimique des sols cultivés chaque année. Cependant, en fonction des localités, le taux d'équipement varie. Ainsi à Tchériba par exemple, ce taux d'équipement est faible. Il semblerait que cela soit dû à la nature des sols, au type d'exploitant (les jeunes notamment), à la faible organisation des producteurs (qui limitent l'accès au crédit) et d'une manière, au comportement même de production des paysans. Par contre, dans le département de Ouarkoye, les producteurs sont d'un bon niveau d'équipement. Le taux de mécanisation est estimé à 74% contre 25% de manuel et 1% de motorisation de l'avis de l'agent technique coton.

**Figure 10.** Evolution de la quantité des engrais de 2016 à 2020

Source : Analyse de l'évolution de la quantité des engrais dans la Boucle du Mouhoun

Lors des enquêtes terrain, le constat fait ressortir que la majorité des paysans enquêtés utilisent des intrants pour répondre à la dégradation des sols et aux difficultés liées aux aléas climatiques. Ainsi 87% des personnes interrogées ont recours aux engrais, 5% aux compostières, 5% aux deux à la fois pour les besoins des champs de case et de brousse, les 2% de ces paysans ont recours uniquement à la fumure organique enfouie essentiellement dans les fosses pour les champs de cases et de brousse et les 1% restant affirment n'avoir recours à aucun fertilisant. En effet, le graphique 5 indique une évolution régulière de la quantité des engrais entre 2016 et 2020. En moyenne 3 337 tonnes d'engrais ont été mises à la disposition des agriculteurs par an. On peut remarquer que l'année 2019 a enregistré une hausse exponentielle de la quantité d'engrais distribuée (8 377 t) par rapport aux autres années. Même si en 2020 ce nombre a baissé de moitié, on note un besoin de plus en plus croissant en engrais dans la région qui demande une attention particulière sur les types d'engrais et les modalités de distribution en fonction de la carte d'aptitudes culturales des sols pour éviter l'épuisement des sols par ces engrais. Il faut noter qu'avec la tentative d'atténuer les facteurs défavorables (aléas climatiques) par des habitudes d'apport d'intrants et la mécanisation agricole, les rendements restent

au-dessous des attentes. Cela a amené l'introduction des semences améliorées dans la production agricole qui a connu vraisemblablement une prouesse dans les habitudes des paysans au fil des années. Cette utilisation des semences améliorée par des paysans qui ne maîtrisent pas des pratiques modernes (utilisation des terres à des exigences ou des aptitudes culturales) conduit à une dynamique des ressources potentielles en terres. Le graphique ci-dessous indique l'évolution de la distribution des semences améliorées dans la région.

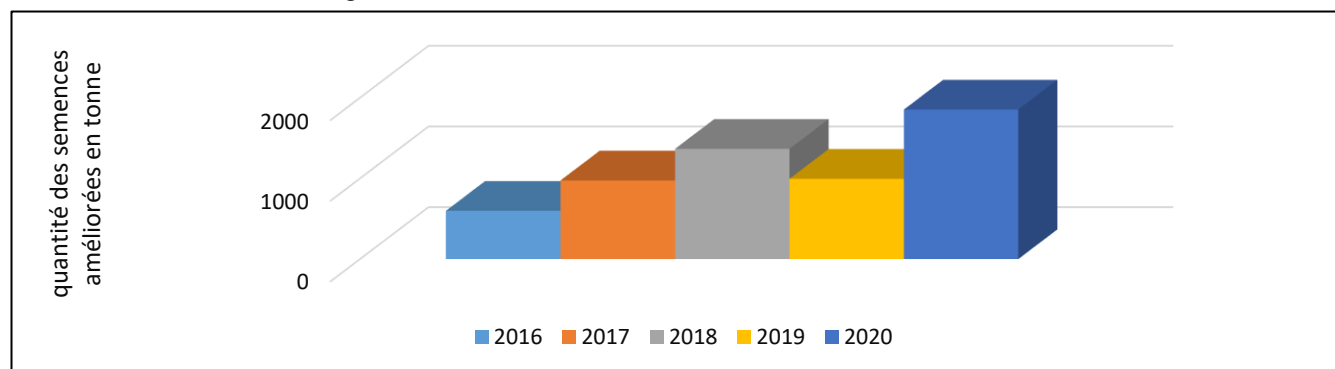


Figure 11. Evolution de la distribution des semences améliorées de 2016 à 2020

Source : Analyse de l'évolution de la distribution des semences améliorées dans la Boucle du Mouhoun

Le graphique 11 indique une évolution en dents de scie de la quantité des semences améliorées entre 2016 et 2020. En moyenne 513,76 tonnes des semences améliorées ont été distribuées par an. On peut remarquer que l'année 2020 a enregistré une hausse exponentielle de la quantité des semences améliorées distribuées (1 853,49 t) par rapport aux autres années. Même si en 2019 ce nombre a baissé presque la moitié, on note un besoin de plus en plus croissant des semences améliorées dans la région qui demande une attention particulière des types d'engrais et les modalités de distribution en fonction de la carte d'aptitudes culturales des sols pour éviter l'épuisement des sols par un mauvais usage de ces semences améliorées. Ces semences améliorées comprennent les variétés céréalières, de cultures de rentes et les cultures maraichères. Cependant, on note une dominance de la production agricole des variétés céréalières (maïs, mil, riz, sorgho et fonio) dans la région de la Boucle du Mouhoun, suivi de celle des cultures de rentes et vient enfin des cultures maraichères pratiquées aux abords des cours d'eau, retenues d'eau et les points d'eau.

3.5. Cartographie de l'état de la dégradation totale des terres dans la Boucle du Mouhoun

La dégradation totale des terres résulte de la combinaison des différents facteurs suscités, affectés chacun d'un poids de contribution à la destruction des ressources en terres. Cela a abouti à la spatialisation dans la Boucle du Mouhoun cette dégradation totale des terres, dont les indices vont de très faible à très élevée (Figure 12). Ainsi, l'indice très faible occupe 3% de la superficie totale de la région et celui du faible 18%. Quant aux indices moyen, élevé et très élevé, ils occupent respectivement 43,5%, 30% et 5% de la superficie totale de la région. Ces résultats font de la Boucle du Mouhoun, une région en état de moyenne à forte dégradation de terres. Cette figure 12 montre une dégradation disparate entre les localités. Cela se justifie d'une part par la pression démographique et animale ainsi que les politiques d'orientation agricole et d'autre part par la répartition inégale des conditions naturelles notamment climatiques (zones climatiques).

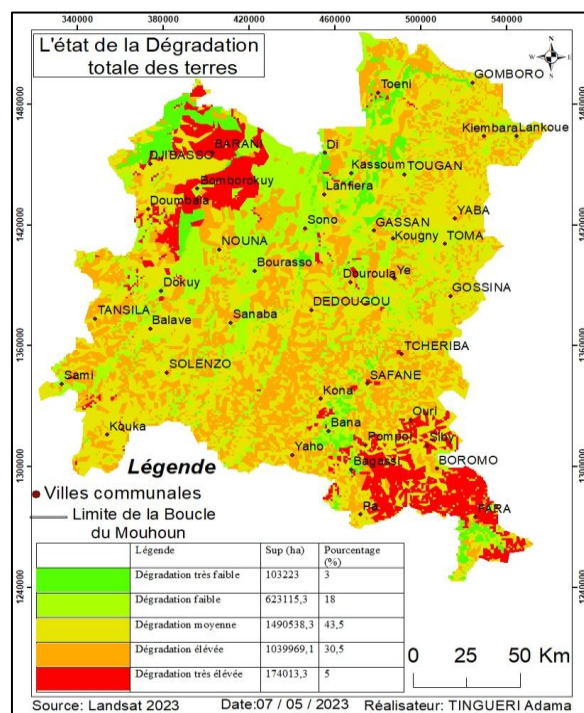


Figure 12. Niveau de dégradation totale des terres

4. Discussion

4.1. Analyse de la variabilité spatio-temporelle des pertes de sols et celle des paramètres climatiques

La quantité annuelle de pertes de sols estimée pour la Boucle du Mouhoun en t/ha/an reflète les valeurs confirmées par les travaux de Roose (1976) en Afrique de l'Ouest notamment à Ouagadougou, Cotonou, Bouaké, Korhogo et Sefa au Sénégal sur des sites dont les pentes sont inférieures à 5% (Roose E. et Lelong F., 1976). Quoique cette estimation renseigne sur la quantité de matériaux détachable du sol dans la Boucle du Mouhoun (Tableau1), le modèle RUSLE ne permet pas de prédire la quantité de sédiments qui se déposerait dans les cours d'eau ou retenue d'eau par le système de transport et de sédimentation. Mais des études récentes de Mamadou Ibrahim et al., (2021) ont montré une modification des unités hydro géomorphologique de la vallée de Goulbin Maradi au Niger par une perte en terre considérable avec un recul de berge en moyen de 1,47m/an, impactant ainsi la superficie et l'inondabilité du lit majeur et augmentant de ce fait la vulnérabilité de la population riveraine. Cette dynamique accélérée des ressources potentielles en terres est l'une des conséquences de l'influence climatique (naturelle), socio-économique et politique. Ainsi, une évolution plus ou moins élevée des températures minimales, maximales et moyennes avec une tendance à l'augmentation est observée dans la Boucle du Mouhoun et une tendance générale à l'augmentation de la pluviométrie depuis 1991. Cette tendance est confirmée par Karambiri, Dipama et Sanou (2019) qui évoquent une tendance positive ou excédentaire à partir 1994 de la pluviométrie dans le bassin du Sourou. Cela corrobore les observations au niveau mondial qui affirment que toute entité géographique terrestre subit une augmentation de température de 1°C depuis l'ère industrielle et est accompagnée à cet effet par la fréquence des événements climatiques extrêmes (sécheresses/fortes précipitations) (Matoumouene et al., 2023). C'est ce qui explique certainement l'augmentation de l'insolation de façon générale entre les deux dates 1991 et 2021 dans la Boucle du Mouhoun qui couplée à une couverture végétale réduite, accentue la perte de matière organique et l'érosion, fragilisant davantage les terres.

4.2. Description de la dynamique démographique et du cheptel

Le degré d'influence humaine sur les ressources potentielles en terres qui trouve naturellement sa source dans la croissance rapide de la population avec un taux de croissance annuel moyen de 2,37%, mais aussi de la mauvaise gestion du sol, des cultures annuelles et vivaces par une application inadéquate de fumier, des engrais, des herbicides, des pesticides et des autres produits agrochimiques ou des déchets. Des auteurs tels que Maïga et al (2023) ont démontré qu'il existe une pression anthropique considérable sur les terres dans la commune rurale de Sourgou au Burkina Faso. En effet, il existe des solutions de restauration écologique pour corriger ces pressions d'origine humaine. Selon Dossounon et al. (2024), l'espèce *Sclerocarya birrea* se distingue

par sa capacité à capter le carbone et à optimiser l'usage de l'eau présentant un potentiel intéressant pour des initiatives de reboisement durable parmi les quatre espèces ligneuses fourragères (*Balanites aegyptiaca*, *Acacia tortillis* et *Ziziphus mauritiana*) étudiées dans la zone sylvopastorale au Sénégal, le faisant une espèce prometteuse pour les programmes de restauration écologique. Ils ont donné des informations précieuses à travers l'étude pour une orientation des décisions en matière de conservation des écosystèmes, de reforestation (Fousseni et al. 2023 ; Folega et al. 2023). Mais quant à l'étude de Mahamadou (2021), il a trouvé que les crises environnementales majeures dans sa zone d'étude sont en lien avec la croissance démographique qui constitue une menace sur la production agricole. Concernant, le niveau de degré d'influence du cheptel, des auteurs tels que Sanou L. et al. (2023) et Sarr N. et al. (2024) ont prouvé également que ces derniers contribuent énormément à la réduction de la productivité du sol et à l'augmentation d'érosion éolienne ou hydrique. Mais, pour la prise en compte de l'évolution des pratiques agricoles à travers des équipements agricoles peu d'auteurs n'ont pas abordé leur influence dans la globalité de la dégradation des terres bien que facilitateurs des travaux du sol. A cet effet, ils accélèrent la dynamique des ressources en terres soit par l'augmentation des superficies des champs au profit de la destruction du couvert végétal en exposant le sol à l'érosion hydrique ou éolienne ou soit par la naissance des crises sociales (tension sociale, conflits fonciers, diminution de la main d'œuvre, etc.). Il est de même pour l'analyse diachronique de l'utilisation des intrants agricoles et les politiques agricoles qui accélèrent au fil des années la dynamique des ressources en terres.

4.3. Etablissement de la carte de dégradation totale des ressources potentielles en terres dans la Boucle du Mouhoun.

La littérature est moins fournie sur la cartographie de l'état de dégradation totale des terres dans la Boucle du Mouhoun et celle existante est réalisée par les auteurs à l'échelle Burkina Faso. Cette échelle ne permet pas la perception pointue et locale de l'état de la dégradation. En effet, celle réalisée dans ce présent travail révèle une situation préoccupante dans la Boucle du Mouhoun, issue de la combinaison de multiples facteurs physiques (érosion, érodibilité, texture des sols, etc.) et anthropiques (pression démographique, pratiques agricoles, charges pastorales, etc.), chacun affecté d'un poids selon son importance dans le processus de dégradation. La spatialisation de ces indices (Figure 12) permet d'évaluer l'ampleur et la distribution géographique de la dégradation dans la région. Ainsi, plus de 78 % du territoire est touché par une dégradation modérée à très sévère, ce qui classe la Boucle du Mouhoun parmi les régions à vulnérabilité élevée. Cette situation reflète une pression anthropique croissante, exacerbée par l'augmentation continue de la population et du cheptel. Certaines localités, notamment celles du nord-ouest, sud-est et du centre de la région apparaissent comme des foyers de dégradation plus intenses. Cela peut être mis en lien avec des facteurs tels que la concentration humaine, les transformations des systèmes d'occupation du sol (agriculture de rente, défrichement, transhumance) et la mise en œuvre inégale des politiques agricoles. Ces résultats rejoignent ceux obtenus par Kadidiatou Souley Y. et al., (2015) dans le cadre du Programme régional de gestion durable des terres (PRGDT) du CILSS, qui ont permis d'élaborer un système de suivi de la dégradation intégrant des indicateurs biophysiques et socio-économiques à l'échelle régionale (cas du Burkina Faso). Dans ce programme, la carte de l'indice de dégradation conjoncturelle reposant sur des données comme le NDVI, l'érosivité des pluies ou la couverture végétale, a permis d'identifier les zones à forte dynamique dégradante à court terme. Dans le cas du Burkina Faso, les résultats révèlent que 50 % du territoire étudié sont soumis à une dégradation forte à très forte, souvent localisée dans les zones à forte densité humaine et absence d'aires protégées. Ces données confirment que la Boucle du Mouhoun s'inscrit dans une tendance régionale de détérioration accélérée des terres, conséquence conjointe des dynamiques naturelles et des usages anthropiques. Elles soulignent la nécessité de renforcer les politiques d'aménagement durable, de reforestation ciblée et de régulation foncière en tenant compte des spécificités locales de dégradation.

5. Conclusion

Au terme de cette étude relative à l'analyse de l'influence climatique, socio-économique et politique sur les ressources potentielles en terres dans la Boucle du Mouhoun, on retiendra que la répartition spatiale de la dégradation des terres facilite la prise à la décision objective permettant d'intervenir dans les zones à moyenne et à forte dégradation des terres. L'objectif visé par cette étude a été de spatialiser les facteurs déclencheurs du phénomène de la dégradation des terres à travers des outils SIG dans la Boucle du Mouhoun et de concevoir une carte de la dégradation totale des terres afin d'attirer les autorités locales et le paysannat sur l'avancée de la dégradation des terres et d'orienter les partenaires financiers à agir dans les zones à haut risque de dégradation des terres (actions de restauration des terres dégradées). Pour y parvenir, une méthodologie combinant observations de terrain, enquêtes locales, analyses spatiales à l'aide de systèmes d'information géographique (SIG) et méthode multicritère AHP a été mobilisée. Ce croisement de données empiriques et d'analyses techniques a permis d'obtenir une compréhension fine et localisée des pressions environnementales. Les résultats révèlent une progression significative de la dégradation des terres entre 2003 et 2013, notamment sous l'effet de l'érosion hydrique, du changement d'usage des sols, de la baisse de la couverture végétale et de l'abandon des pratiques de conservation. Toutefois, dans certaines zones, la sensibilisation des producteurs et

l'adoption de techniques de gestion durable (cordons pierreux, demi-lunes, jachères contrôlées) ont permis une réduction localisée des pertes de sols. Ces résultats soulignent l'influence déterminante du contexte pédoclimatique, de la pression humaine et des politiques d'aménagement. D'un point de vue politique, ces constats appellent à renforcer les programmes de sensibilisation, à soutenir les initiatives locales de restauration des terres et à intégrer des indicateurs environnementaux plus fins dans les stratégies de planification territoriale. Une approche différenciée selon les zones (à risque, en régénération ou stabilisées) s'impose pour garantir l'efficacité des actions.

Cependant, cette recherche présente certaines limites, notamment l'insuffisance de données quantitatives sur l'impact réel des actions de sensibilisation, ainsi que l'imprécision temporelle de certaines images satellitaires. De plus, les interactions socio-économiques complexes n'ont été que partiellement explorées. Pour aller plus loin, des recherches futures pourraient intégrer des suivis de long terme à haute résolution, coupler données biophysiques et socio-économiques, et évaluer l'impact des politiques publiques à l'échelle locale.

Remerciement

Nous remercions le personnel du Bureau National des Sols (BUNASOLS) du Burkina Faso pour l'accès à la documentation notamment les différents rapports d'étude morphopédologiques de la région de la Boucle du Mouhoun ainsi que le Ministère en charge de l'environnement, particulièrement l'Observatoire National du Développement Durable (ONDD) pour l'acquisition gratuite des images satellitaires. Nous remercions également le personnel de l'IGB, de l'Institut National des sciences et du Développement/Recensement Général de la Population et Habitat (INSD/RGPH) et de l'Agence Nationale de la Météorologie (ANAM) ainsi que les agriculteurs stables et instables (en statut de Personnes Déplacés Internes) enquêtés dans la ville de Dédougou.

Contribution des auteurs

Rôle du contributeur	Noms des auteurs
Conceptualisation	Adama Tinguéri
Gestion des données	Adama Tinguéri
Analyse formelle	Adama Tinguéri,
Enquête et investigation	Adama Tinguéri
Méthodologie	Adama Tinguéri, Goama Nakoulma,
Supervision Validation	Goama Nakoulma,
Écriture – Préparation	Adama Tinguéri, Goama Nakoulma,
Écriture – Révision	Adama Tinguéri, Goama Nakoulma,

Références bibliographiques

- Abdoul Karim Mahamadou I. (2021). Gestion communautaire des ressources en eau et conflits d'usage dans le sous bassin de Goulbi'n Maradi. Mémoire de master professionnel en planification régionale et aménagement du territoire (PRAT). unité de formation et de recherche, Institut panafricain pour le développement Université des sciences appliquées du développement région Afrique de l'Ouest et sahel (Francophonie) (IPD-AOS).103pg.
- Adama Tinguéri, Goama Nakoulma, Oumar Kaboré. (2024, Mars 20). Évaluation des ressources potentielles en terres dans le cadre du foncier rural : cas de la commune de Gassan. 83.
- Adama Tinguéri, Goama Nakoulma, Oumar Kaboré. (2024). Stratégie d'orientation de la gestion locale des dynamiques des ressources potentielles en terres dans la Boucle du Mouhoun (Burkina Faso). *Revue Ecosystèmes et Paysages*, 2024, 4 (2) : 1-17, <https://lbev-univlome.com/revue-ecosysteme-et-paysage/ISSN> Online: 2790-3230.
- Bertrand G. et Dollfus O. (1973). Le Paysage Et Son Concept. *L'Espace géographique*. 2(3), 161 163.
- Botoni, E. et Subsol, S. (2013). La mise à l'échelle de la gestion durable des terres au Sahel : des solutions pour une sécurité alimentaire durable. Communication, Bonn, Allemagne.
- Bunasols . (2006). Etude morphopédologique des provinces du Mouhoun et des Balé.
- Bunasols. (1967). Directives pour la classification des sols . *CPCS*, 73.
- Bunasols. (1985). Etat de connaissance de la fertilité des sols du Burkina Faso. 50.
- Bunasols. (2000). Etude morphopédologique des provinces du Sourou et du Nayala.
- Bunasols. (2003). Etude morphopédologique des provinces de la Kossi et des Banwa.

- Chianu, J., Adesina, A., Sanginga, P., Bationo, A. et Sanginga, N. (2008). Structural change in fertilizer procurement method: assessment of impact in sub-Saharan Africa. *African Journal of Business Management*, 65-71.
- Clément Soloum Teteli, Elie Antoine Padonou, Ali Mbodou Langa, Ghislain Comlan Akabassi, Serge Mugisho Mukotanyi, Bruno Kokouvi Kokou. (2023). Pratiques agroforestières prioritaires de conservation des sols dans la zone soudanienne au Bénin. DOI:10.60569/9-a9.
- DECRET 97-054/PRES/PM/MEF. (1997). portant conditions et modalité d'application de la loi sur la Réorganisation Agraire et Foncière au Burkina Faso. ADP. Vol. 96. ».
- DECRET/97-054/PRES/PM/MEF. (2006). Portant conditions et modalité d'application de la loi sur la Réorganisation Agraire et Foncière au Burkina Faso. Ouagadougou: ADP.
- Délabre E. (1998). Caractérisation et évolution d'écosystèmes anthropisés sahéliens : les milieux post-culturels du sud-ouest nigérien. Thèse de doctorat en écologie, Université Pierre et Marie Curie, Paris VI : 286 p.
- Delabre E., 1998 ; Abdoul Karim, 2020. (s.d.). Caractérisation et évolution d'écosystèmes anthropisés sahéliens : les milieux post-culturels du sud-ouest nigérien. Thèse de doctorat en écologie, Université Pierre et Marie Curie, Paris VI : 286 p.
- Dipama J-M. (1997). Les impacts environnementaux du barrage hydroélectrique sur le bassin versant de la Kompienga (Burkina Faso). Thèse de doctorat de l'Université de Bordeaux III, option géographie tropicale, 392 p.
- Dossounon E. Boris¹, NDiaye Moussa, Sarr Mame Sokhna, Ndoeye Maguette, Thiaw Mame Arona, Diatta. (2024). Utilisation efficiente de l'eau et stock de carbone de ligneux fourragers dans la zone sylvo-pastorale, au Sénégal. *Revue Ecosystèmes et Paysages*, 2024, 4 (1) : 1-17, <https://lbev-univlome.com/revue-ecosysteme-et-paysage/ISSN> Online: 2790-3230.
- Durand, 2007; Karambiri B.L.C.N, Dipama J.M et Sanou K. 2019. (s.d.). Variabilité climatique et gestion efficiente de l'eau dans le bassin versant du Sourou au Burkina Faso. *Revue de Géographie de l'Université de Ouagadougou* N°08 vol 1 Octobre 2019.
- FAO. (1994). *Agriculteurs Itinérants: Connaissances Techniques Locales et Gestion Des Ressources Naturelles En Zone Tropicale Humide*.
- Fousseni, F., Bilouktime, B., Mustapha, T., Kamara, M., Wouyo, A., Aboudoumisamilou, I., ... & Koffi, A. (2023). Land Use Change and the Structural Diversity of Affem Boussou Community Forest in the Tchamba 1 Commune (Tchamba Prefecture, Togo). *Conservation*, 3(3), 346-362.
- Folega, F., Badjare, B., Tokpo, K. G., Wala, K., Batawila, K., & Akpagana, K. (2023). Ecologie numérique par des mesures géospatiales et forestières du système national des aires protégées du Togo. *Revue d'Innovation et Dynamiques Territoriales*, (3).
- Goama, N. (1998). Les enjeux fonciers, production agricole et état nutritionnel des populations rurales dans le centre du Burkina Faso. Université de Neuchâtel.
- Hountondji, Y.-C. H. (2008). Dynamique environnementale en zones sahélienne et soudanienne de l'Afrique de l'Ouest : Analyse des modifications et évaluation de la dégradation du couvert végétal. Université de Liège, Belgique.
- Kaboré O. Ouedraogo L., Ouedraogo B., Dipama J.-M., & Da D. E. C. (2015). Analyse des facteurs d'évolution de l'utilisation des terres dans le bassin versant de la Kompienga (Burkina Faso). In *Territoires, Sociétés et Environnement*, (n°005), pp. 61–73.
- Kaboré Omar. (2013). Dynamique de l'utilisation des terres dans les écosystèmes de savane et systèmes agraires du bassin versant de la Kompienga (Burkina Faso). Thèse de doctorat en géographie, Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 281 p.
- Kaboré T. (2013). Dynamique du couvert végétal dans la commune rurale de Imasgo : causes et conséquences sur les sols. Mémoire de maîtrise de géographie, Université de Koudougou.
- Kadidiatou Souley Yero, Edwige Botoni, Sébastien Subsol, Issifou Alfari, Kouamé Guy Marcel Bouafou. (2015). Mapping system for land degradation assessment in the Sahel countries of West Africa: case of Burkina Faso. The contribution of science, technology, traditional knowledge and practices. 9-12 March 2015, Cancún, Mexico.
- Kékélé A. (2011). Etude de la dégradation des terres par la télédétection dans un sous bassin versant du Nakambé. mémoire de maîtrise, Géographie. Université de Ouagadougou, 91 p.
- Kobenan Kadjo Raphaël et N'Guessan Kouassi Fulgence. (2021). (2021). Analyse de l'occupation du sol et de l'impact des activités anthropiques sur le milieu naturel à Nassian (Côte d'Ivoire). In *International Journal of Innovation and Scientific Research*, Vol. 52, Jan. 2021 pp. 255-264.
- Koueta T. Roland, N. G. (2023). *Analyse spatio-temporelle de l'utilisation des unités d'occupation du sol de 1990-2020 à l'Ouest du Burkina Faso*. Ouagadougou: *Revue Écosystèmes et Paysages (Togo)*, 4(1) : 1 –20, e-ISSN (Online) : 2790-3230. doi:<https://doi.org/10.59384/recopays.tg4103>

- Lassina Sanou, Koala Jonas, Ouédraogo Souleymane, Ouattara Brama. (2023). Est-ce que le régime foncier affecte la phytodiversité et la structure des peuplements des parcs agroforestiers en zone soudanienne du Burkina Faso, Afrique de l'Ouest ? *Revue Ecosystèmes et Paysages*, 2023, 03(1): 111–119pp, <https://lbev-univlome.com/revue-ecosysteme-et-paysage/ISSN Online: 2790-3230>.
- MADR. (2017). Politique nationale de sécurisation foncière rurale. www.fao.org/ ; consulté le 19-06-2021.
- Mahamadou Moudi R. (2021). Impact environnemental et socioéconomique de la Régénération Naturelle Assistée (RNA) dans trois villages (Zango Awakass, Korama et Kalgo Maikassoua) de la Commune rurale de Dogo / Région de Zinder. Mémoire. de Géographie/FLSH/Université de Zinder.86pg.
- Maïga Yaya, Tiraogo Prince Florian Bouda, Mahamoudou Bamogo, Isidore Pawendkigou Yanogo, Yélézouomin Stéphane Corentin Somé . (2023). La dynamique des structures spatiales dans la commune rurale de Sourgou (Burkina Faso) : une analyse à partir des indices écologiques. *Rev Écosystèmes et Paysages (Togo)*, 03(1): 1–15, e-ISSN (Online): 2790-3230 doi: <https://doi.org/10.59384/recopays2023-3-1>.
- Mamadou Ibrahim, Sanoussi Ibrahim Mahamadou Moubarak, Laouali Na ALLAH Mahamadou Nourou. (2021). Hydrogeomorphologie de la vallée du Goulbin Maradi au Niger Hydrogeomorphology of the Goulbin Maradi valley in Niger. *Rev Écosystèmes et Paysages (Togo)*, No 01, vol 01 ; 30-42pp, e-ISSN (Online): 2790-3230.
- Mankoto, S. e. (2015). « Stratégie systémique appliquée à la gestion de la biodiversité. Cas de la réserve de biosphère de Luki (RDC) ». *XIe Cong. for. mond. Mémoire spécial, MS-13, Domaine B*, pp. 111- 119.
- Matoumouene Goma Amour Macelvi, Mpassi Pierre, Amboua Issengue Olendekeh, Mikoungui. (2023). Impacts de la variabilité climatique sur les cultures vivrières dans la zone économique spéciale d'Oyo-Ollombo en République du Congo. *Revue Ecosystèmes et Paysages*, 2023, 3(2) : 1 –10pp, <https://lbev-univlome.com/revue-ecosysteme-et-paysage/ISSN Online: 2790-3230>.
- McNeely, J. (1990). Establishing priorities for conserving biological diversity, in J. McNeely, K.R. Miller, W.V. Reid, R.A. Mittermeier et T.B. Werner, *Conserving the World's Biological Diversity*, IUCN, Gland, Switzerland ; WRI, CI, WWF-US, and the World. Bank, Washington, D.C. pp. 83-108.
- Ministère de l'Economie et des Finances. (2008). Annuaire Statistique Budgétaire de la Boucle du Mouhoun.
- Mohamed Sadiki, Amal Markhi Hicham Elbelrhiti et Souad Mrabet. (2016). Cartographie de la salinité à la Surface du sol dans une zone du Prerif: Cas De La Region De L'ouergha. 197-198.
- Nakoulma Goama Arouna. (1998). Les enjeux fonciers, production agricole et état nutritionnel des populations rurales dans le centre du Burkina Faso. Thèse Université de Neuchâtel pp. 101-252.
- Ogouwale SCapo Atidegla SSintondji L. (2022). Etude de l'impact de la dynamique de l'occupation du sol sur les ressources naturelles dans le sous-bassin de l'Okpara à Nano au Nord Bénin. *European Scientific Journal, ESJ*, 18(17), 1. <https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n17p1>.
- Ouoba Awa. (2015). Dynamique spatiale du couvert végétale dans le parc national w au Burkina Faso. (m. d. DESS, Éd.) Ouagadougou Mémoire de DESS.: Au RECTAS.
- Paré T. (2020). Evaluation de la fertilité et des pertes en sols du bassin versant du lac Bam. Mémoire de master en technologie de l'environnement ». Université Joseph KI ZERBO, pp 10-30.
- Pujol J.L., et Dron D. (1998). Agriculture, monde rural et environnement. Qualité oblige. Paris, France : La Documentation française. [Google Scholar].
- Pujol J.L., et Dron D., 1998; Bahari Ibrahim, 2013. (s.d.). Dynamique hydrogéomorphologique actuelle du kori Mountséka Centre-sud, Niger. Thèse de Doctorat, Université Abdou Moumouni, Niamey, République du Niger, 228 p.
- REEB4. (2017). Quatrième rapport sur l'Etat de l'environnement au Burkina Faso, Mai 2017. 251 p.
- RGPH. (2019). Recensement generale de la population du Burkina. Ouagadougou: MATD.
- Romba, Y. J. S. (2016). Caractérisation de l'érodibilité des sols à l'échelle du Bassin versant du barrage de Mogtédou au Burkina Faso. 2IE. Ouagadougou, mémoire de master, 60 p.
- Roose E. et Lelong F. (1976). Les facteurs de l'érosion hydrique en Afrique tropicale. Etudes sur petites parcelles expérimentales de sol. *Revue de géographie physique et de géologie dynamique. VOL. XVIII, FASC. 4*, Paris, pp. 365-374.
- Roose, E. S. (1989). *Erodibilité de quelques sols tropicaux Vingt années de mesure en parcelles d'érosion sous pluies naturelles* (Vol. N°12, vol. XXV). in Cahier ORSTOM, série Pédologie.
- Sarr Ngor, Sambou Antoine, Sambou Hyacinthe. (2024). Evaluation des impacts socio-économiques et environnementaux des périmètres maraîchers du CICR dans les régions de Ziguinchor et Sédhiou (Sénégal). *Revue Ecosystèmes et Paysages*, 2024, 4 (1) : 1-19, <https://lbev-univlome.com/revue-ecosysteme-et-paysage/ISSN Online:2790-3230>. Récupéré sur <https://orcid.org/0000-0002-2604-3223>

- Sori S. (2003). La dégradation des terres : problématique, causes- processus – Conséquences – mesures conservatoires – cas de la région du Centre-Nord Kaya. 20 p.
- Yaméogo Augustin. (2021). Caractérisation de la dynamique érosive dans le bassin versant supérieur de la Sissili (Burkina Faso). Thèse doctorat, Koudougou, Université Norbert ZONGO, pp. 127-128.
- Yanogo P. Isidore. (2012). Stratégies d'adaptation des populations aux changements climatiques autour du Lac Bagré (Burkina Faso). Université d'Abomey Calavi (Benin),. Thèse de Doctorat Unique de Géographie, 302 p.
- Yé L. (1991). Etude des variables hydrogéologiques des formations sédimentaires et cristallines de la Boucle du Mouhoun. Mémoire de fin d'étude d'ingénieur hydrogéologue. Sept. 1991. Ouagadougou, 78 p.
- Zoungrana T. (1988). Stratégies et adaptations paysannes face aux traditions et au changement dans le moogo central (Burkina Faso). Contribution à la lecture d'une dynamique du changement dans le bassin versant oriental du lac Bazèga. Université Lumière- Lyon 2.