



Evolution des terres agricoles du terroir de Kokaga au sud-Est du Tchad : une mutation au rythme du changement climatique

- 1) **Eldjima Koundjo**, étudiante en Master géographie, Université de Moundou ;
- 2) **Model Djémon**, Maître-Assistant (CAMES), enseignant-chercheur, département de géographie, Université de Moundou
- 3) **Salomon Kelgué**, Maître-Assistant (CAMES), enseignant-chercheur, département de géographie, Université de Moundou

Résumé : Les préoccupations environnementales contemporaines sont liées aux changements climatiques dues à l'augmentation du taux de gaz à effet de serre, la pollution, la déforestation et plus particulièrement l'érosion des sols. Pourtant, avec une augmentation quasi exponentielle de la population mondiale, la perte des sols apparaît de loin comme étant le problème le plus fondamental pour l'avenir de l'humanité. L'objectif de cette étude est d'analyser les paramètres climatiques en 15 ans dans ledit terroir pour en fait établir la corrélation avec la dégradation des terres agricoles. L'observation de terrain couplé par une série d'entretien direct a constitué la méthode adoptée pour cette étude. Il en résulte que la croissance démographique 3,5% dans la province dont Kokaga et l'inadaptation des pratiques agropastorales ont balisé le terrain à une pluviométrie excédentaire (1400 mm à 3200 mm) aux allures d'inondation. Ce qui affecte directement la vie socioéconomique de la population résidente, qui peine à trouver de mesures adaptatives.

Mots clés : pluie excédentaire, inondation des champs, lessivage, kokaga, Tchad.

Abstract: Contemporary environmental concerns are linked to climate change due to increased greenhouse gas emissions, pollution, deforestation, and, more specifically, soil erosion. However, with a near-exponential increase in the world's population, soil loss appears by far to be the most fundamental problem for the future of humanity. The objective of this study is to analyze climatic parameters over 15 years in the aforementioned region in order to establish their correlation with the degradation of agricultural land. Field observation combined with a series of direct interviews constituted the method adopted for this study. The results show that the 3.5% population growth in the province, including Kokaga, and the inadequacy of agropastoral practices have led to excessive rainfall (1400 mm to 3200 mm), resulting in flood-like conditions. This directly affects the socioeconomic life of the resident population, who struggle to find adaptive measures.

Keywords: excess rainfall, flooding of fields, leaching, kokaga, Chad.

Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.5281/zenodo.17853490>

Introduction

Dans le monde, l'érosion est une menace environnementale majeure pour la durabilité et la capacité productive de terres agricoles. Elle constitue le processus de dégradation des terres le plus actif et dégrade la ressource la plus importante pour la survie de l'homme. Selon Fao (2015), la dégradation des sols est définie comme une réduction ou élimination des fonctions des sols et de leur aptitude à soutenir les services écosystémiques essentiels au bien-être des populations. Robinson (2013) la définit comme un changement de la santé des sols réduisant la capacité de l'écosystème à fournir des biens et des services aux bénéficiaires. Elle peut résulter de la réduction de la porosité des sols par une modification de la structure due au compactage par le passage répété des animaux transhumants et des engins lourds (Djémon, 2019).

L'érosion par ruissellement provoque en particulier, une perte irréversible des surfaces cultivables. Les sols de ce canton, tels qu'ils se présentent aujourd'hui résultent des interactions entre les processus naturels de la pédogenèse, de l'érosion et des activités des sociétés humaines, qui sont parmi les anciennes au monde à pratiquer l'agriculture. Au Tchad, l'érosion des sols agricoles constitue la principale menace à l'égard du capital sol. D'après les estimations de la FAO, 12, 6 millions d'hectares de terres cultivées et pâturées sont menacés par ce phénomène et les deux tiers des terres cultivées nécessitent de sévères mesures de conservation (FAO, 2009). Aujourd'hui, chacun peut constater l'aggravation des phénomènes d'érosion des sols. Celui-ci est un problème très ancien qui ne cesse de susciter un intérêt particulier au sein de la communauté scientifique en général et même au sein de la géographie en particulier. Plusieurs études concernant l'érosion au Tchad ont été effectuées mais très peu concernent les petites échelles comme les départements, arrondissements et commune ; raison pour laquelle le terroir « Kokaga » a été choisie comme zone d'étude. En effet, en raison de la faible densité de son couvert végétal, les sols du terroir Kokaga se retrouvent potentiellement exposés à l'érosion hydrique. Celle-ci dégrade considérablement le milieu de vie, suscitant ainsi assez d'inquiétudes de la part des populations et des autorités locales. L'inexistence d'outils décisionnels limite ainsi les actions de ces autorités à prédire l'ampleur des dégâts dus à ce phénomène.

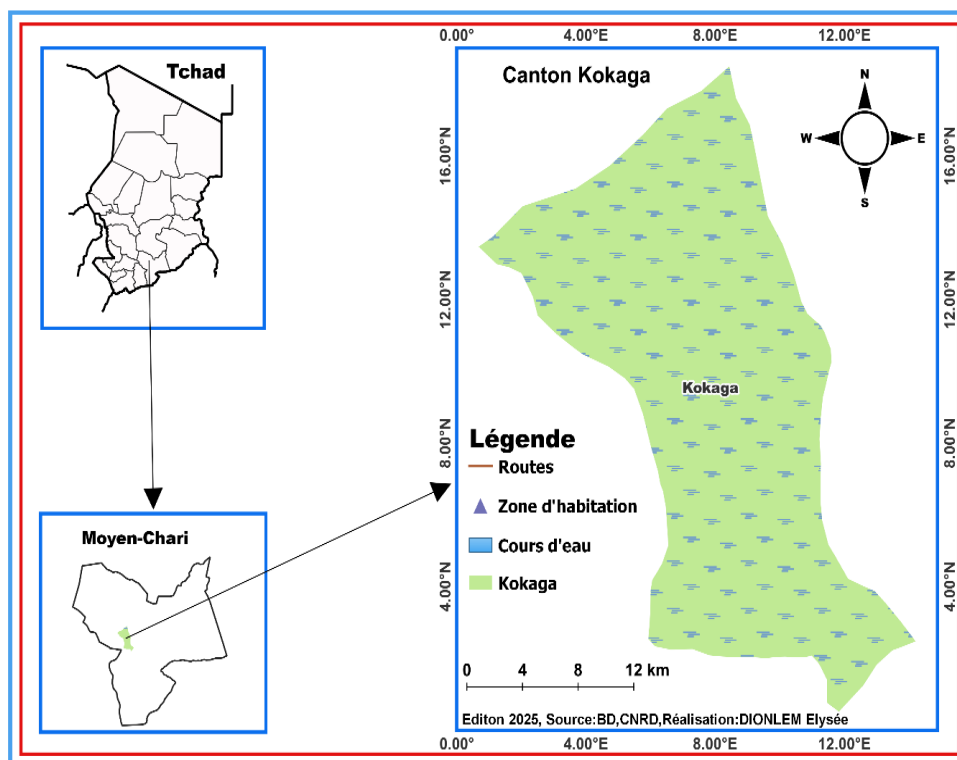
Tchawa (1993), le souligne en disant « le problème serait beaucoup moins préoccupant si une réelle prise de conscience de la situation était cristallisée de l'intérieur même de ces sociétés. Ainsi le constat de leur inefficacité à infléchir le cours actuel de l'évolution de leur milieu de vie traduit bien la gravité du problème ». Le choix de la zone d'étude s'est porté sur les terres

du sud-est du Tchad car, les observations faites par Fotsing (1989), montraient que l'érosion constituait une principale menace pour les populations de la province du sud-est du Tchad. L'objectif de cette étude est d'analyser les paramètres climatiques en 15 ans dans ledit terroir pour en fait établir la corrélation avec la dégradation des terres agricoles. C'est sur cette lancée que Horst et al. (2021) déclarent : la zone sahélienne est depuis longtemps la région la plus étudiée au monde du point de vue pluviométrique.

1. Matériels et méthode

1.1. Présentation de la zone d'étude

Le terroir Kokaga est situé au sud-est du Tchad, dans la province du Moyen Chari et dans le département du Bahr- kôh (cf. figure 1). Sur le plan géographique, elle est comprise entre le 8^{ème} et le 10^{ème} degré de latitude Nord et le 17^{ème} et le 20^{ème} degré de longitude Est.



Le climat est de type soudano-guinéen avec deux saison : une saison pluvieuse s'étendant de mai à octobre et une saison sèche allant de novembre à avril (Boko 1988). Le maximum des précipitations est enregistré au mois de juillet et août.

1.2. Données

Les données utilisées sont de plusieurs types :

- ✓ Les données climatiques concernent les précipitations et les températures de Sahr de la période de 2010 à 2024 ;
- ✓ Les données sur la dynamique du paysage. Pour cela, les images satellitaires Landsat-7 de 2010 (résolution 30 m) et les images Sentinel-2 de 2020 (résolution 10 m) couvrant la zone d'étude ont été utilisées ;
- ✓ Et les données issues des enquêtes de terrain. Un échantillon de 80 paysans (tous des sexagénaires) et résidents pendant au moins 30 ans a été choisi pour représenter le terroir.

1.3. Méthode

À partir de l'écart type, ont été calculées les anomalies centrées réduites pluviométriques interannuelles, en standardisant les données. Cet indice dit de Nicholson s'exprime dans l'équation suivante :

$$Ip = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma(X)}$$

Où

Ip = anomalie centrée réduite pour l'année i
 X_i = la valeur de la variable d'une année
 \bar{X} = la moyenne de la série de l'étude (2010-2024)
 $\sigma(X)$ = l'écart-type de la série (2010-2024)

L'indice pluviométrique permet ainsi de caractériser les années sèches et humides. Les données statistiques portant sur la pluviométrie et les températures sur une échelle temporelle de 15 ans (2010-2024) ont constitué la base de cette étude. Utilisant la formule de Nicholson, nous sommes parvenus à la compréhension de l'impact de la variabilité climatique sur les sols de la zone soudanienne tchadienne. Enfin, l'indice d'agressivité de Fournier a permis de comprendre la virulence de l'élément climatique dans le terroir.

Les images Landsat-7, Landsat-8 et Sentinel-2 ont été téléchargées (siteglovis.usgs.gov). Les coordonnées GPS collectées lors de placement des placettes avec identification des classes : forêt claire, savane boisée, savane arbustive, espace agricole et plaine inondable, ont été projetés sur l'image pour faciliter la photo-interprétation. Cette interprétation de l'image a été réalisée sous le logiciel QGIS 3.22 et a permis de calculer les indicateurs optiques : l'indice de

végétation normalisée (NDVI), l'indice de l'eau par différence normalisée (NDWI) et l'indice de brillance (IB). Le calcul des indicateurs consiste à reconnaître et généralement numériser visuellement les classes recherchées sur l'image et ceci nécessite la correspondance entre paysage réel et la réponse d'une image satellite.

La période d'Août (2025) a été consacrée aux premières observations directes sur le terrain. Nous avons estimé que pour une bonne observation du phénomène de l'érosion des sols agricoles induite, la période des saisons pluvieuses serait la plus adéquate. Pendant cette période, le ruissellement et d'autres phénomènes néfastes de l'érosion hydrique s'observent le plus ce qui nous a donc permis d'effectuer certaines prises de vue afin d'illustrer les différentes mutations de terrain.

Ensuite, une fiche d'enquête (questionnaire) a été élaborée permettant aux ménages de s'exprimer librement. Notre échantillon à interroger était composé d'agriculteurs, de commerçants, d'artisans. Cet échantillon nous a permis d'obtenir :

- Les focus-group ont été organisés dans certains ménages entre le chef de ménage et les membres de la famille. Ils ont permis de croiser les informations recueillies par le questionnaire individuel. Ces discussions de groupes ont permis de compléter les informations collectées à l'aide des questionnaires ;
- Les entretiens semis-directif ont été organisés lors des descentes sur le terrain avec les autorités locales, les chefs traditionnels des différents villages enquêtés, d'avoir une perception sur le phénomène d'érosion des sols agricoles dans l'optique de mieux évaluer le phénomène dans la localité.

2. Résultats

2.1. Excès climatiques et dégradation des terres agricoles

L'analyse climatique de 2010 à 2024, montre que les quantités des pluies tombées depuis les 15 dernières années dans cette localité dépassent le seuil dit normal pour les Etats sahéliens, montrant ainsi que le climat semble revenir à la normale. C'est une période semi-humide. La figure 2 ci-après présente une tendance stationnaire très peu variable avec des quantités pluviométriques abondantes et agressives.

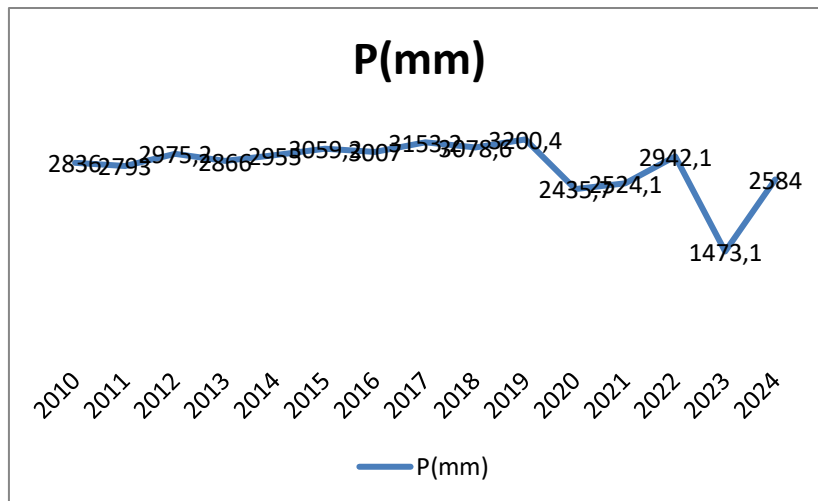


Figure 2. Evolution de la pluviométrie de 2010 à 2024

Source : service météo/Sarh 2024

A la lecture de cette figure, on s'aperçoit que pendant les 15 années la province du Moyen-Chari où est situé Kokaga notre terroir d'étude a enregistré des quantités excédentaires, bien que l'année 2023 connaît une quantité plus faible (1473,1 mm) que les 14 autres années.

En appliquant l'indice d'agressivité de Fournier, on est parvenu aux résultats suivants présentés dans le tableau 1 et traduisant le comportement des pluies torrentielles dans la province du Moyen-Chari où loge Kokaga notre territoire d'étude.

Tableau 1. Indice d'agressivité de pluie relatif à Kokaga

Année	Pluviométrie moy. annuelle (mm)	Pluvio. mensuelle plus élevée (mm)	Agressivité climatique
2010	2836,5	684 ²	164,94
2011	2793	598,8 ²	128,37
2012	2975,2	602,4 ²	121,97
2013	2866	607,5 ²	128,77
2014	2955	612 ²	126,74
2015	3059,2	699 ²	159,71
2016	3007	606 ²	122,12
2017	3153,2	618 ²	121,12
2018	3078,6	605 ²	118,97
2019	3200,4	596 ²	55,12

2020	2435,7	567 ²	131,99
2021	2524,1	648 ²	166,35
2022	2942,1	693 ²	163,23
2023	1473	542 ²	199,42
2024	2584	605 ²	141,65

Source : travaux de terrain, 2024

Pour mieux apprécier les chiffres confinés dans le tableau X, nous avons jugé plus explicite d'exprimer cette évolution par la figure 3 ci-après dont la courbe met en exergue les années pluviométriques déficitaires correspondant à l'induration des sols et les années à pluviométries excédentaires, qui expriment à contrario les inondations, la lixiviation et le lessivage des sols agricoles dans le terroir.

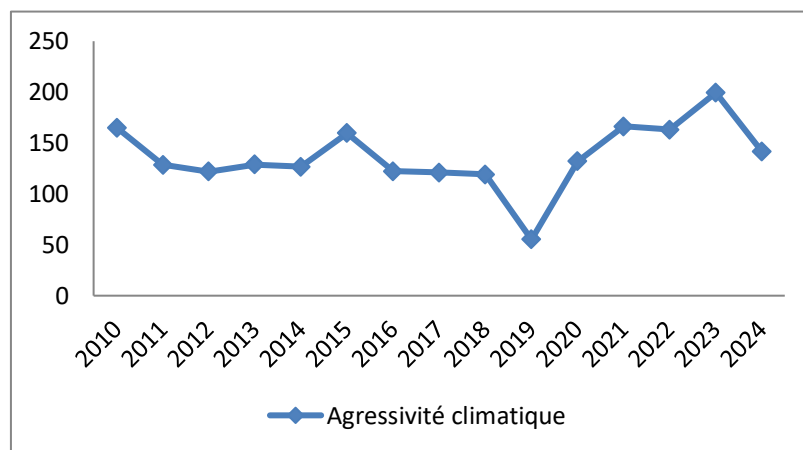


Figure 3. Indice d'agressivité de Kokaga traduisant le tableau 1

A la lecture du tableau X et de la figure X, l'évolution annuelle de l'agressivité climatique montre que les années et les mois caractérisés par de fortes précipitations ont un impact sur les sols agricoles. Plus les précipitations sont abondantes et concentrées sur un mois donné, plus l'indice d'agressivité climatique est important. C'est le cas des années 2010, 2015, 2021, 2022, 2023 et 2024 qui ont respectivement un indice fort. Les autres années ont connu des précipitations justes normales et réparties presque équitablement dans les mois pluvieux. Seule l'année 2019 a un faible indice d'agressivité (55,95).

Tableau 2. Echelle conceptuelle d'évaluation de l'indice de Fournier

Classe	Indice de Fournier	Risque d'érosion	Perte de sol (t/ha/an)
1	Inférieur à 20	Très lent	Inférieur à 5
2	21-40	Faible	12-25
3	41-60	Modéré	25-50
4	61-80	Sévère	50-100
5	81-100	Très sévère	100-200
6	Supérieur à 100	Extrêmement grave	Supérieur à 200

Source : *Oduro - Afriyie, 1996*

Les fortes agressivités (six années consécutives) montrent l'importance des maxima pluviométriques du mois d'août et dans une certaine mesure de ceux du mois de juillet et rarement en septembre. Cette concentration a un impact sur les sols. En effet, plus les précipitations se concentrent en un mois, plus elles sont agressives et par conséquent érosives.

2.2. Les facteurs de dégradation

2.2.1. La nature du sol

La vulnérabilité des sols de notre terroir d'étude relève de leur formation de base. Ce sont des sols qui ont une faible teneur en bases échangeables et de pourcentages très faibles en matières organiques. Ils sont épuisés par les cultures et notamment par celle de rente cotonnière et tout récemment par l'intensification de la culture du sésame devenu rente. L'extension à perte de vue de ce dernier en est la cause véritable. Les sols sont ainsi mis à nu sans couverture végétale et par conséquent à la merci des facteurs climatiques de dégradation. La production des sols à sesquioxides dans le Moyen Chari diminue depuis une dizaine d'année.

➤ Sol argilo-sableux

Les sols argileux sableux qui occupent des superficies très importantes dans le bassin versant. Ils présentent une sensibilité moyenne d'érosion hydrique compte tenu de leur composition en matière organique et leur faible perméabilité. Ces sols ont connu d'intense érosion due à l'écoulement fluvial.

➤ Sol limoneux

Ce type de sol est très étroitement localisé dans le bassin versant du terroir et s'observe principalement le long des rivières dont il constitue les terrasses. La sédimentation qui leur donne naissance est très récente, subactuelle dans la plupart des cas actuelle le long du cours d'eau. On observe principalement des terrasses inondées au moment des crues où se déposent chaque année des sédiments. Les sédiments déposés peuvent donc être très différents en texture suivant l'intensité des précipitations de l'année. Ces sols sont sablo-limoneux ou limoneux tout court. Compte tenu de sa structure et même sa texture, ce type de sol est bien vulnérable à l'érosion des eaux de ruissellement.

➤ Sols sablonneux

Ces sols sont essentiellement sableux, les taux d'argile et de limon étant très faibles tant dans l'horizon de surface qu'en profondeur où l'on note cependant de petites accumulations d'argile. Les sables sont à dominance grossière (éléments compris entre 2 mm et 0,2 mm) et sont principalement quartzeux.

➤ ferrugineux tropicaux lessivés

Les sols ferrugineux tropicaux ont en général une faible teneur en matière. Ce qui leur confère une sensibilité élevée à l'érosion en nappe, mais résistants aux ravinements. La couleur brune ou brun-rouge de l'horizon de surface se dégrade progressivement suite aux lessivages vers la profondeur en brun-rouge, beige rosé ou ocre.

Les incidences de la dégradation des sols par l'érosion hydrique s'observent immédiatement sur les plantes. En effet, les oligo-éléments tels que l'azote (N), le phosphore (P), le potassium (K) et le zinc (Zn) sont lessivés par les pluies diluviennes. Lesdits symptômes ou déficiences apparaissent souvent pendant la croissance de la plante. En sus des carences en éléments nutritifs, les plantes manquent de vigueur et croissent difficilement dès la levée et les champs sont souvent envahis par des adventices et de mauvaises herbes, comme on peut le constater à travers la planche 1 ci-après.

Planche 1.

2.2.2. La pression anthropique sur les ressources naturelles

- Les feux de brousses

L'impact négatif des feux de brousse ne provient pas de la perte de carbone dans la végétation. En réalité, le feu qui décime chaque année le peuplement végétal réduit considérablement le COS (ce qui libère le carbone) et les nutriments contenus dans les rares strates supérieures du sol. Ce feu qui cuit superficiellement le sol dont l'état de surface se trouve modifié, voit sa porosité réduite, doublée d'une augmentation du ruissellement et de l'érosion. Cette perte du carbone organique dans le Sol (COS) a d'autres conséquences négatives sur le fonctionnement et sur la capacité de régénérescence de l'écosystème. Il est important de reconnaître que la perte de carbone par les incendies de brousses réduit la capacité de rétention d'eau au sol, et expose le sol à l'érosion aussi bien par les eaux de ruissellement que par le vent. Les feux de forêts doivent être considérés comme facteurs de formation des croûtes en surface ou de cuirassements, ce qui accentue l'infiltration des eaux et accélère les ruissellements.

Les feux lorsqu'ils sont tardifs, dénudent les sols avant les premières fortes pluies qui portent le ruissellement de 0,2 à 15% des pluies annuelles et décuplent les pertes solides de 40 à 400 kg/ha/an, même sur une pente faible, de l'ordre de 1% (Roose, 1985). Le brûlis libère également d'autres gaz à effet de serre (GES) tels que (N₂O et CH₄) ainsi que du smog photochimique et des hydrocarbures.

La fréquence des feux de brousse influence négativement sur la croissance et la pérennisation des espèces ligneuses et herbeuses. Or, si le feu est allumé précocement c'est-à-dire fin novembre et début du mois de décembre, il brûle les parties aériennes desséchées, mais ne détruit ni les souches d'herbe ni les grosses branches d'arbres. Force est de constater que les feux de brousse allumés dans la province, soit pour la chasse, soit pour la repousse d'herbe nécessaire à l'alimentation du bétail toujours présent, est allumé généralement en fin février début mars au moment où tout est sec. Ce qui ne permet pas vraiment la repousse pour l'alternance du couvert végétal et c'est le capital sol qui en pâti.

- L'exploitation du bois de chauffe et charbon de bois

Le problème d'énergie domestique est un véritable frein au développement du Tchad. A l'instar des autres Etats sahéliens, 80 % de la population du Tchad utilise le bois et le charbon de bois comme source d'énergie. La production du bois de chauffe et/ou du charbon de bois répond à la satisfaction des besoins financiers pour les uns, dicté par l'absence d'autres ressources revenu mais également le besoin d'énergie pour les autres a supplanté la conservation de ces espèces dans les champs. De ce qui précède, la savane arborée cède dorénavant place

au peuplement herbacé. Et avec l'augmentation de la population, le processus balise le chemin aux effets érosifs.

La consommation du bois et du charbon de bois, seule alternative au problème d'énergie au Tchad, déboise les périphéries des espaces urbains ainsi que les villages environnants et laisse le sol en proie facile aux effets érosifs. La demande croissante en matière de bois et du charbon de bois dont dépend la grande majorité de la population urbaine (4/5), ponctionne dans les espaces ruraux et périurbains ce dont ils ont besoin pour la protection du sol. La planche1 ci-après met en évidence le bois utilisé comme source d'énergie en ville de Sarh.

Planche 1 : Bois de chauffe exposés en vente à Sarh/2025



A= bois de chauffe ;

b= fabrication du charbon

Source : cliché Koundjo, 2024

Corrélativement à la demande excessive, ces ressources végétales sont également dévastées en raison du prix qu'en tirent les exploitants, les transporteurs et différents intermédiaires (grossistes, revendeurs, détaillants, etc.). C'est alors que les terres dégarnies de leur couverture sont exposées à une dégradation parfois irréversible. Cette dégradation est un processus complexe et le résultat de l'enchaînement dans le temps est la modification des terres.

L'augmentation de la population de manière générale et l'urbanisation accélérée des dernières décennies apparaissent comme des occasions de destruction de l'environnement aussi longtemps que des solutions appropriées tardent à venir. La réduction ou le changement de la composition de la flore et/ou de la faune du sol entraîne la rupture de l'équilibre du sol autrefois maintenu par la diversité biologique. Certaines espèces ligneuses (*Butyrospermum parkii* (kaité), *Parkia biglobosa* (néré), *Prosopis africana*), pourtant épargnées lors des

défrichements pour l'installation des champs sont de nos jours systématiquement détruites pour des besoins d'énergie et monétaire, comme on peut le constater à travers la photo 2.

- Les pratiques agropastorales inadaptées

La croissance démographique, la privatisation des terres agricoles ainsi que des pratiques agricoles non durables, en plus de la forte augmentation dans la taille des troupeaux et du surpâturage, contribuent à la désertification et à la dégradation des sols . De ce qui précède, les moyens d'existence de l'agriculture sont fortement exposés à un conflit de contrôle des ressources entre agriculteurs et éleveurs, entraîne la perte de vie et de biens, ce qui à son tour réduit la capacité des ménages à faire face aux véritables chocs climatiques, ennemis communs. Ces litiges localisés sur les ressources créent également des pressions supplémentaires sur la dégradation de l'environnement et contribuent à une plus grande insécurité alimentaire.

A travers les défrichements de toute nature et les cultures dont les pratiques s'avèrent peu ou pas adaptées, les communautés paysannes sont considérées comme parties prenantes dans le processus de la déformation des sols. Les activités agricoles présentes et passées sont responsables d'une grande partie des problèmes d'environnement, et sont affectées par pratiquement tous les types de dégradation.

Les travaux intensifs de la culture du coton dans la province ont considérablement appauvris les sols en matière organique et en argile, ciment des agrégats. Les éléments grossiers et fins ne sont plus en cohésion et deviennent de ce fait une arène de particules facilement transportables par les ruissellements.

Longtemps utilisé pour la production du coton qui a marqué les paysages dans le grand sud du Tchad, ces terrains mal entretenus à cause de la cherté du prix d'engrais qu'offre l'ONDR (ANADER de nos jours, puis la COTONTCHAD aux paysans, perdent leur richesse organique et minérale et deviennent pauvres en bases échangeables. La diminution continue de la matière organique par lessivage horizontal et vertical (lixiviation) a fini par dépouiller les sols de leurs liants. Et comme les arbres sélectionnés soit pour des besoins d'ombre ou soit pour des besoins alimentaires comme le cas de karité, néré ou du tamarinier ne peuvent couvrir convenablement le sol de leurs feuillages, donnant un accès facile aux gouttes de pluie qui frappent directement le sol, le lavent pour ne laisser que de bancs de sable.

L'utilisation du tracteur décuple le mal infligé au sol par la charrue. Le réglage du niveau des disques semble accentuer le péril, avec ces tractoristes formés à la hâte pour le besoin de la

cause, lesquels maîtrisent peu ou très mal l’engin. L’utilisation du tracteur (comme élément d’amélioration des conditions de l’activité agricole et par conséquent l’amélioration de la sécurité alimentaire, produit plus d’effets négatifs que des effets positifs escomptés. Le tableau 3 ci-dessous donne un éclairage sur la mécanisation de l’agriculture

Tableau 3. Conséquences de la culture mécanisée

Durée de la culture mécanisée	Indice d’instabilité	Conséquences sur la structure	Conséquences sur l’érosion et le ruissellement
Savane en temps 0	0,3 à 0,4	Structure excellente	Dégradation faible
Après 1 an	0,6	Structure excellente	Dégradation faible
Après 2 ans	0,8	Structure bonne	Dégradation faible
Après 3 à 4 ans	1,0	Glaçage superficiel, baisse de perméabilité et porosité	Infiltration réduite et taux de ruissellement élevé
Après 8 ans	1,7 à 1,8	Aggravation des inconvénients mais culture possible sous condition	Ruissellement aréolaire actif avec prise en charge des particules désagrégées
Après 9 ans	1,9 à 2,1	Les graminées spontanées de la jachère ne se réinstallent plus.	Encroutement et imperméabilité des sols qui évoluent vers des sols encroutés et tassés.

Source. ANADER Sarh, 2025

2.3. Conséquences de la dégradation des terres agricoles

Sur le plan économique, les rendements de toutes les filières agricoles dans le terroir de kokaga sont en baisse. Cette baisse de rendement est attribuée à l’érosion en nappe qui est peu perceptible et décriée dans toute la province au terrain plat. En 2022 par exemple, l’Agence National de Développement Rural (ANADER) a dénombré 12 273 personnes vulnérables à la dégradation du sol par l’érosion hydrique dans la province du Moyen-chari. Ces personnes ont vu une chute drastique de leurs rendements agricoles. Plus d’un 1/3 de la population ne parvient pas à couvrir ses besoins alimentaires avec sa propre production céréalière. Sur les marchés, les prix des céréales sont en hausse pour la simple raison que les terres ne produisent pas de manière suffisante. La population importe quelquefois des stocks de céréales des provinces voisines (Tandjilé, Logone Oriental). Parfois le peu de la production agricole destinée à la consommation familiale est vendu pour résoudre certains problèmes. C’est ainsi que l’on constate un taux de pauvreté des ménages ruraux élevé jusqu’à 80 %. Les productions agricoles parviennent difficilement à couvrir les besoins de la population. De même, plus de 72 % des ménages sont dépendants des marchés pour leur approvisionnement en nourriture (entretien direct avec le directeur de l’ANADER, 2024).

Sur le plan social, la dégradation des sols dénature les liens ancestraux, d'abord entre les agriculteurs eux-mêmes et entre les agriculteurs et les éleveurs et ce, au sujet de la compétition liée aux ressources naturelles.

3. Discussion

Le phénomène de l'érosion hydrique constitue un goulet d'étranglement réel dans le terroir de Kokaga. Plusieurs facteurs naturels à savoir : climatiques (augmentation de la pluviométrie entraînant les inondations, ruissellement et écoulement, lessivage et lixiviation des sols) ; pédologiques (propriétés physiques du sol), phytogéographiques (répartition de la couverture végétale) sont responsables du déclenchement du phénomène. Ainsi, les changements climatiques ont entraîné une dégradation généralisée non seulement des structures et des fonctions des écosystèmes, mais également de leur résilience et de leur capacité d'adaptation naturelle avec des conséquences socioéconomiques néfastes (GIEC, 2022). Les mêmes remarques ont été faites par Gouataine et al. (2019, pp. 161-174). Les mêmes remarques ont poussé Zeineddine (2020) à témoigner que l'impact de la variabilité climatique s'est fait lourdement sentir au cours des 40 dernières années avec des taux croissants de désertification et d'inondations.

D'un autre côté, les facteurs dits anthropiques entraînent l'accélération de l'érosion par les éléments comme : la pression démographique, le défrichement, les mauvaises pratiques agricoles et enfin le surpâturage. Les résultats reflètent ceux trouvés par Danvindé (2015). L'auteur affirme que l'état de surface dépend entre autres des mutations morphologiques, climatiques et environnementales, le tout influencé par l'intervention anthropique. Il en est de même pour Djémon (2021, p349) affirmant que le surpâturage conduit à la diminution du couvert végétal, avec pour effet de réduire encore davantage les apports de matière organique et la protection au sol contre les agents de l'érosion. Pour lui, le piétinement est la cause principale de la modification des sols de parcourt, surtout pendant la période humide.

Pour ce qui concerne les feux de forêts, les résultats de cette étude confirment les résultats de Roose et Barreteau (2003, pp.18-19). Le feu minéralise brutalement les litières, redresse temporairement le pH, mais rejette du CO₂ et des cendres lesquelles sont soufflées par le vent ou lessivées lors des premiers orages. Seuls les systèmes forestiers et les savanes protégées des feux et du surpâturage sont des systèmes de production capables de maintenir ou d'améliorer la fertilité des sols tropicaux devaient-ils conclure. Serpantié et Ouattara (2001, pp.123-168) qui affirment que le feu cuit superficiellement le sol dont l'état de surface se

trouve modifié. Ce qui se solde par une réduction de la porosité et une augmentation du ruissellement et de l'érosion.

La pluviométrie excédentaire ou déficitaire dont bénéficie la bande soudanienne tchadienne perturbe l'évolution normale du complexe sol-végétation et compromet le bien être socio-économique et sanitaire de la population résidente (Djémon, 2023, pp.193-212). La non maîtrise des ressources en eau dans le Sahel est exacerbée par le manque d'expertise dans le domaine, mais aussi le faible taux (voir l'absence) de financement des gouvernements dans des programmes de recherches dédiés aux ressources en eau à travers les universitaires (Hikimat, 2022, p. 15). Nadira et Shixiang, (2018, pp.9-15) pensent que pour une planification, un développement et une utilisation appropriés des ressources en eau, une évaluation correcte des ressources disponibles est essentielle, mais difficile

En ce concerne les causes anthropiques liées à l'agriculture, Adegbidi et Biaou (1995, p.160) affirment que sur les sept types de dégradation de l'environnement, seulement deux (les inondations et la pollution), représentant les 24% du coût, ne sont pas directement reliés à l'agriculture. Tous les 76% restants (l'érosion des sols, appauvrissement des sols, perte de la végétation ligneuse, feux des savanes et des forêts et perte des ressources halieutiques) sont reliés à l'agriculture.

Pour ce qui est de la coupe du bois d'énergie, César déclare ceci : les expériences de coupes répétées sur les graminées vivaces de savane, ont montré un rapide épuisement du système racinaire sous l'effet d'un rythme d'exploitation soutenu comme le confirme César (1989, pp.115-122).

De tout ce qui précède affirme Djémon et Djangrang (2024, pp. 442-459), l'occupation du sol par et pour l'homme en vue de l'amélioration des conditions de vie, transforme le sol tantôt en bien tantôt en mal. Le sol est transformé en bien à partir du moment où l'espace anthropisé retrouve sa vitalité pour subvenir aux besoins de l'homme.

Il est transformé en mal au cas où, le sol perd sa capacité écosystémique comme le décrivent certains auteurs, car selon Fao (2015, p.5), la dégradation des sols est définie comme une réduction ou élimination des fonctions des sols et de leur aptitude à soutenir les services écosystémiques essentiels au bien-être des populations. Robinson (2013, pp. 1023-1033) la définit comme un changement de la santé des sols réduisant la capacité de l'écosystème à fournir des biens et des services aux bénéficiaires.

Conclusion

L'évolution des terres agricoles dans le terroir de Kokaga, imputable au changement climatique est la problématique de cette étude. L'objectif était de montrer en quoi le changement climatique impacte-t-il les terres agricoles. Comme l'indiquent les observations de terrain, plus de la moitié du paysage a montré quelques signes d'érosion évidemment due à l'écoulement de surface, l'utilisation intensive des terres, au manque de couvert végétal pérenne. La plupart des parcelles cultivées sont affectées par l'érosion en nappe, c'est-à-dire, l'érosion par une perte uniforme de sol causée par l'écoulement de l'eau à travers la surface. Le risque d'érosion des sols sur l'ensemble de la province du Moyen-Chari semble élevé, considérant les besoins humains et du cheptel lesquels dépendent étroitement des ressources naturelles du milieu. Ce risque élevé d'érosion observé est également attribué soit aux types de sols (texture). Une chose est sûre, l'érosion par les eaux courantes est un phénomène naturel. Mais son accélération de nos jours est à chercher sur un autre sentier et c'est celui de la pression humaine sur les ressources naturelles qui altère la cohésion bio-pédologique en rendant les sols vulnérables aux extrêmes pluviométriques. La recherche de solutions sous divers angles pourrait aboutir à des mesures adaptatives durables.

Références bibliographiques

Adegbidi A., Biaou G., 1995. L'agriculture durable du Bénin : rôle de l'Etat, in TON, P. et De HAAN, L. (eds.) (1995). *A la recherche de l'agriculture durable au Bénin*, Amsterdam : Institut voor Social Geografie, p160.

César J., 1989. L'influence de l'exploitation sur la pérennité des pâturages de savanes. I. Effets de la coupe sur la masse du système souterrain, *Fourrages*, 118, 115-122.

Danvidé T, 2015. Gouvernance des politiques de planification urbaine et gestion des inondations à Cotonou, Thèse de Doctorat en urbanisme et gestion de l'environnement, Université d'Abomey Calavi, géographie humaine et régionale, Université de Paris 8, 262 p.

Djémon M., et Djangrang A.K., 2024. Pression humaine et changement climatique, véritable tandem pour la dynamique des terres : le cas du bassin versant de Yao dans le département de Fitri au Tchad. *Revue AKIRI, revue des Sciences Humaines et Sociales Lettres, Langues et Civilisations*, N°8, Pp. 442-459

Djémon M., 2023. Variabilité climatique, induration et lixiviation des sols dans la zone soudanienne tchadienne *Annales de l'Université de Sarh*, n°09, décembre 2023, pp.193-212.

Djémon M., 2021. L'érosion des sols dans la Région du Logone Occidental (Tchad) de 2001 à 2015. Thèse de Doctorat Ph.D., Géographie et environnement Naturel (GENA), Géomorphologie dynamique, Université de Ngaoundéré, 449 p.

Djémon M., 2019, « Impact de l'élevage sentimental dans les savanes tchadiennes : le cas de la province du Logone Occidental », *Afrique SCIENCE*, 15(4), p.60-70. Béré N. et al. 2021.

GIEC (2022), *Changement climatique 2022 : Impacts, adaptation et vulnérabilité. Résumé pour les décideurs. Deuxième partie du sixième rapport d'évaluation du GIEC*, 35 p.

Gouataine Seingué R., Reounodji F. et Djémon M., impact des variabilités climatiques sur la sécurité alimentaire dans la plaine de Bongor au Tchad, effets du changement climatique, *Rev. Iv. Sci. Tech.*, 33 (2019), 161-174.

Hikimat S., 2022. Organisation internationale de la Francophonie, l'Eau, une source de vie et d'insécurité au Sahel, pp.1-21

Horst-Joachim Lüdecke, Gisela Müller-Plath, Michael G. Wallace, Sebastian Lüning., 2021. Decadal and multidecadal natural variability of African rainfall. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, Volume 34, April 2021, 100795.

Nadira S. N., Shixiang L., 2018: The Current Situation and Sustainable Development of Water Resources in Bangladesh. *American Journal of Water Science and Engineering*. 4, (1), 9-15.

Organisation des Nations unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), 2015, *Lutte contre la dégradation des terres pour la sécurité alimentaire et les services écosystémiques des sols en Europe et en Asie centrale* 1^{ère} année internationale des sols, Rome, 2015.

Robinson J.S., 2013, Natural capital and ecosystem services, developing and appropriate soils framework as a basis for valuation. *Soil Biology and Biochemistry* 57: 1023-1033.

Roose E., Barreteau D., 2003. Erosion et environnement à la réservenaturelle de la Caravelle, Martinique. *Antilla*, 1030 : 18-19.

Serpantie G., Ouattara B., 2001 – « Fertilité et jachères en Afrique de l'Ouest ». in FLORET, Ch. et PONTANIER, R. *La jachère en Afrique tropicale. volume 2. De la jachère naturelle à la jachère améliorée. Le point des connaissances*. John Libbey Eurotext, Paris, 123-168.

Zeineddine Nouaceur, « La reprise des pluies et la recrudescence des inondations en Afrique de l'Ouest sahélienne », *Physio-Géo* [En ligne], Volume 15, 2020, mis en ligne le 13 avril 2020, consulté le 05 octobre 2022. URL : <http://journals.openedition.org/physio-geo/10966> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/physio-geo.10966>