



Journal Homepage: - www.journalijar.com

INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED RESEARCH (IJAR)

Article DOI: 10.21474/IJAR01/19885

DOI URL: <http://dx.doi.org/10.21474/IJAR01/19885>



RESEARCH ARTICLE

IMPACT DE LA PRATIQUE DES TECHNIQUES DE GESTION DURABLE DES TERRES SUR LE RENDEMENT AGRICOLE ET LA REGENERESCENCE VEGETALE DANS LA PROVINCE DU GUERRA

Epolyste Adjéffa¹, Solgue Bagnon² and Ngodji Gilbert³

1. Department de Géographie, Ecole Normale Supérieure de N'Djamena, Tchad BP: 460 N'Djamena, Tchad.
2. Department de Géographie, Ecole Normale Supérieure de N'Djamena, Tchad BP : 460 N'Djamena, Tchad.
3. Faculté des Sciences Exactes et Appliquées de Farcha, Université de N'Djamena, BP : 1027 N'Djamena, Tchad.

Manuscript Info

Manuscript History

Received: 10 September 2024

Final Accepted: 19 October 2024

Published: November 2024

Key words:-

Guera, GDT, Télédétection, SIG, GEE

Abstract

Le contexte du changement climatique caractérisé tantôt par une installation tardive de la saison d'hivernage tantôt par un arrêt précoce de la même saison rendant ainsi difficile le calage des cycles culturaux. Aussi les grosses averses, de plus en plus régulières sont une véritable source de l'érosion entraînent soit par lixiviation soit par transport des éléments fertilisants des sols. L'érosion des sols est devenue un véritable facteur limitant du rendement agricole. Les ouvrages qui gouvernent la gestion durable des terres (GDT) sont des mesures correctives à ce phénomène qui menace profondément la production agricole. L'objectif de cette étude est d'évaluer les impacts des techniques de gestion durable des terres sur le rendement agricole et la régénérescence du couvert végétal dans la province du GUERRA au Tchad. Pour cela, deux méthodes ont été croisées. (i) une enquête raisonnée et (ii) le calcul des indices NDVI ET SAVI à partir de la télédétection utilisant les images satellitaires. Les résultats obtenus montrent que le rendement agricole de l'année de référence oscillait entre 0.001-2.2t/ha alors que celui après les aménagements se situe entre 0.007-2.7t/ha. La régénérescence du couvert végétal, quant à elle a connu une croissance couvrant une superficie allant de 4 176 105m² à l'année de référence (2017) à 6 460 250m² en 2023.

Copyright, IJAR, 2024.. All rights reserved.

Introduction:-

Dans le monde, la population ne cesse d'augmenter. Elle a dépassé 7,2 milliards de personnes en 2013 et pourrait atteindre 11 milliards en 2100 (Geneste, 2013). Elle continue à croître dans les pays en voie de développement, la plupart situés dans les régions tropicales. Bien que la FAO estime que l'on dispose de techniques modernes capables de nourrir toute la population du monde, plus de 900 millions d'humains souffrent de sous-alimentation dont 80 % des populations malnutries sont des petits agriculteurs (De Schutter, 2010). Les principales causes sont le surpâturage, la surexploitation des terres et la déforestation. Le Tchad à l'instar des autres pays du sahel, est soumis à une forte agressivité climatique notamment dans la bande sahélienne. En effet le changement climatique qui accélère l'érosion hydrique et éolienne des sols est un phénomène mondial de dégradation des sols et une menace sérieuse pour la durabilité de l'agriculture (Zhang et al., 2019). Il est noté qu'environ 10 millions d'hectares de terres

Corresponding Author:- Epolyste Adjéffa

Address:- Department de Géographie, Ecole Normale Supérieure de N'Djamena, Tchad
BP: 460 N'Djamena, Tchad.

cultivées sont perdus chaque année dans le monde en raison de l'érosion des sols (Pimentel et Burgess, 2013). Les impacts de l'érosion hydrique sur les cultures sont à la fois directs et indirects. Les impacts directs désignent la perte de rendement des cultures par les sols érodés. Coulibaly et al, (2022) estime que les impacts indirects se caractérisent par la réduction de la profondeur du sol et du potentiel d'enracinement, la réduction de la teneur en matière organique du sol et les éléments nutritifs du sol, les modifications des propriétés physiques du sol (SOME et al., 2009). Roose (1991) a observé des crises environnementales contraignant la population à choisir entre l'émigration ou la modification du système de production légué par les ancêtres. On assiste alors à une succession de périodes de crises et de périodes plus stables où se succèdent des productions médiocres et parfois moyennes au fil des saisons. Les techniques de gestion durable des terres constituent des mesures correctives contre la dégradation des ressources en eau et du sol. Elles constituent un devoir de l'homme d'aujourd'hui envers les générations futures dans un contexte d'une agriculture durable. Ces techniques implémentées au Tchad à travers des projets de résiliences climatiques sont évaluées pour comprendre leur adaptabilité et leur efficacité sur le rendement agricole et la régénérescence du couvert végétal.

L'objectif global de l'étude est de contribuer à mesurer l'impact des techniques de la GDT sur le rendement agricole et la régénérescence du couvert végétale dans la province du Guéra.

Pour atteindre cet objectif, il est attendu plus spécifiquement :

1. une enquête auprès des producteurs et du personnel du projet pour mesurer les impacts des ouvrages de GDT sur le rendement agricole dans la zone du projet.
2. de réaliser une étude diachronique de l'occupation des sols prés et post aménagement pour déterminer le taux d'occupation de sols par le couvert végétal.

Matériel et Méthodes:-

Sites d'étude

L'étude s'est déroulée au Tchad dans la province du Guera. Huit (8) sites dont l'activité essentielle est l'agriculture ont été retenus, il s'agit de : Kolé, Mangalmé Doungous, Kolka, Doungoulou, Faralé, Game, Halouf et Baldje. Ces sites sont répertoriés sur la figure N°:1 et caractérisés par une dégradation du sol et du couvert végétal. Les travaux de récupérations sont effectués par les paysans de ces sites sous la supervision des équipes du projet REPER.

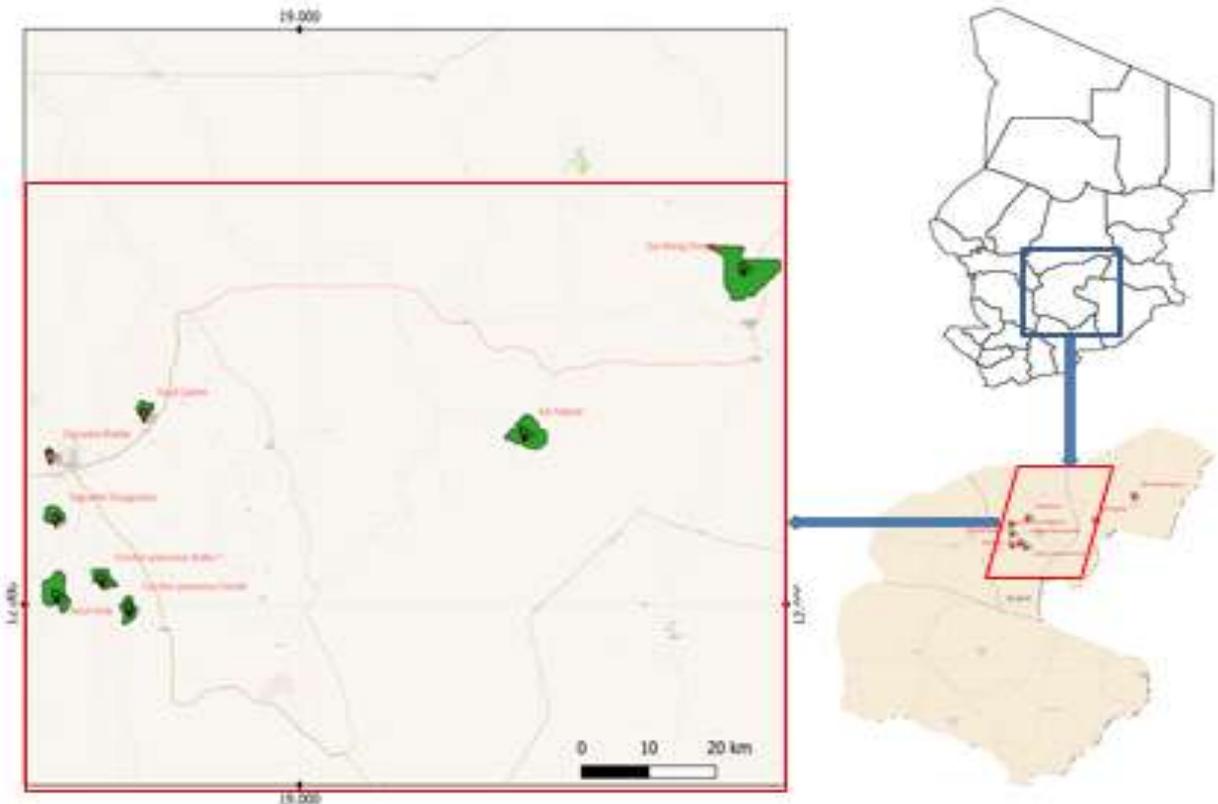


Figure N° 1:- Sites expérimentaux.

Matériel d'étude:-

Les pratiques de gestion durable de terres implémentées par le projet REPER objet de cette étude sont constituées des techniques (1) des seuils d'épandage (2) des diguettes suivant les courbes de niveau, (3) du zaï, (4) des demi-lunes et (5) du cordon pierreux



Figure N°2:- Techniques de récupération des sols utilisées.

Traitement Des Données

Après la collecte, le traitement des données a utilisé le tableur Excel 2019 pour la saisie et la correction des données. Ces données ont été transférées dans le logiciel de statistique générale pour une analyse de variance. À l'issue de l'ANOVA, l'Analyse à composante multiples a été effectuée et le test de Student-Newman-Keuls a été utilisé pour la comparaison des moyennes au seuil de 5%. Le logiciel SPSS v16 a été utilisé pour le dépouillement et l'analyse des données d'enquête. Dans ce cas, les hypothèses initiales qui sont le rendement agricole et la régénérescence du couvert végétal.

Les tests statistiques utilisés pour l'interprétation de ces données sont faits sur la base des hypothèses précitées (hausse rendement agricole et du couvert végétal suite aux aménagements GDT). Les logiciels de traitement d'images QGIS, ENVI ont été utilisés. Le service Cloud : Google Earth Imagine qui est une de la grande base des données regorge les données de satellite de différentes résolutions possible. Pour ce travail, il a été fait usage des données du satellite Sentinel 2 de 10m de résolution pour les occupations de sols, MODIS pour le calcul des NDVI et méteosat pour les calculs des précipitations. Les données d'images satellitaires sont disponibles recueillies auprès d'organismes tels que NASA, ESA, USGS ;

Méthodes:-

Deux méthodes ont été croisées (i) une enquête raisonnée (ii) l'utilisation de la télédétection.

Enquête

Par définition l'enquête désigne la recherche de la vérité par l'audition de témoins et l'accumulation d'informations. Le déroulement a consisté à poser des questions et à compiler les réponses pour obtenir des statistiques. Il faut cependant suivre des étapes précises afin que les résultats de l'enquête fournissent de l'information fiable et utile .

Taille de l'échantillon

La formule utilisée pour le calcul d'échantillon pour cette étude, est celle de Slovin

, N =population ; e = niveau de confiance ; n =taille de l'échantillon

Le processus opérationnel de l'enquête est résumé dans la figure n°3



Figure n°3:- Procédure de l'enquête.

La méthode de Télédétection

Les données issues de la télédétection surtout traitées sur la plate-forme cloud de GOOGLE EARTH ENGINE nous procurent les résultats fidèles à la période d'étude 2017-2023 avec l'année 2020 comme inertie. Cela en partant d'une classification à une étude diachronique pour déboucher sur un modèle harmonique de NDVI. Les résultats sont synthétisés dans la figure n°4.



Figure N°4:- Procédure de la Méthode de Télédétection.

Traitement des données dans GEE

GEE est une plateforme de traitement d'images satellite à l'échelle mondiale datant de 40 ans (GoogleEarthEngine, 2012). Il permet aux utilisateurs de télécharger des images satellite mondiales, ainsi que d'effectuer des calculs complexes sur celles-ci. Il comprend deux composants principaux qui fonctionnent en synchronisation les uns avec les autres, à savoir Google Earth Engine Explorer (EE) (pour visualiser les ensembles de données) et Google Earth

Engine Playground (EEP). Sur la figure n°5, en rouge est Google Earth Engine Explorer (<https://earthengine.google.com>) qui est un visualiser de données efficace et en noir, Google Earth Engine Playground (<https://code.earthengine.google.com>), qui est l'API JavaScript permettant d'effectuer des opérations raster, vectorielles et matricielles (GoogleEarthEngine, 2012).L'application Google EEP, une API JavaScript, peut être utilisée pour charger et visualiser de grandes images satellite et pour effectuer des opérations géostatistiques et géospatiales complexes sur nos images.

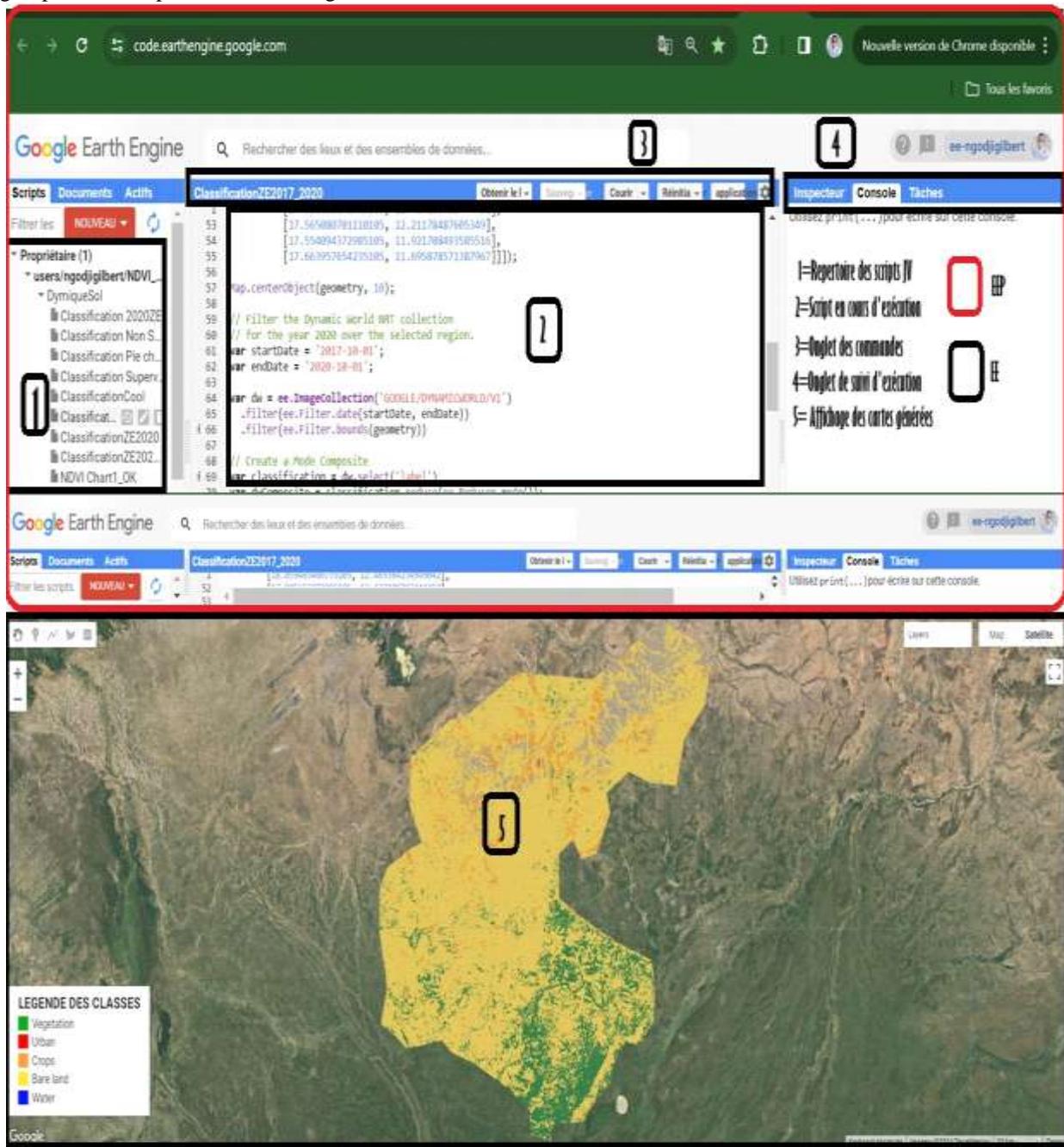


Figure N°5:- Interface de traitement par GEE.

Résultats et Discussion:-

Les résultats sont structurés en deux parties, les uns obtenus avant les aménagements et les autres après les aménagements. Ce qui a permis de faire une corrélation entre les deux situations qui fonde l'impact des techniques de récupération des terres à travers la gestion durable des terres.

Résultat avant les Aménagement

Résultat lié à la perception des enquêtés sur l'état de dégradation des sols avant l'aménagement

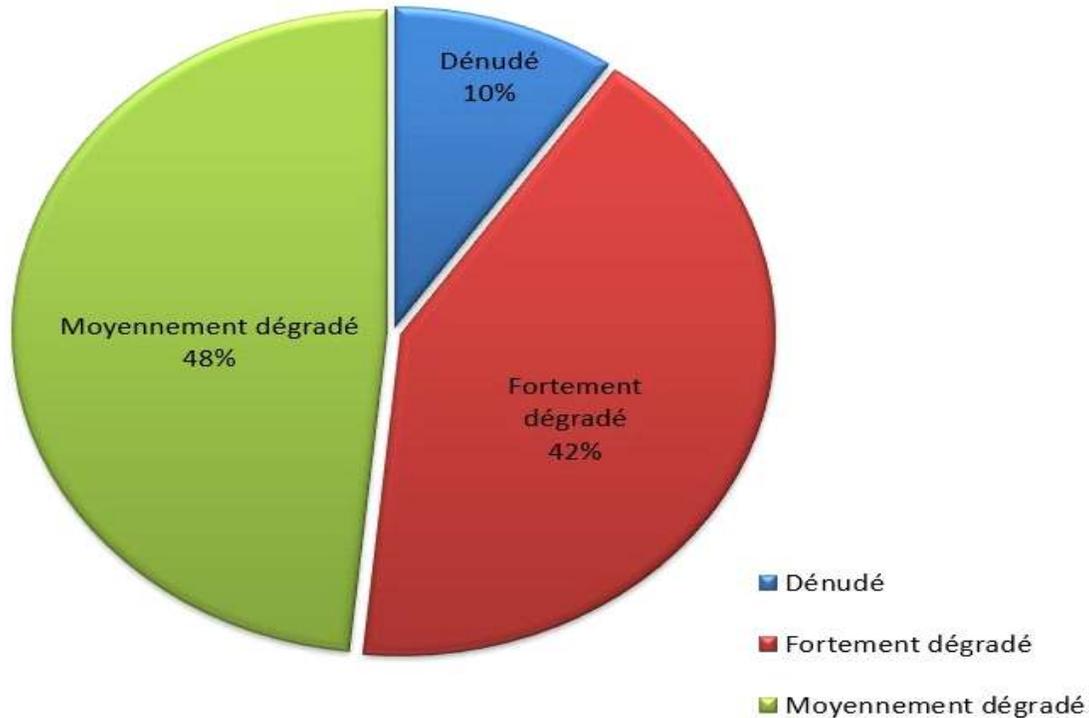


Figure 6:- État du sol avant les aménagements.

L'analyse statistique sur la perception des enquêtés vis-à-vis de la dégradation des sols avant les aménagements est représenté dans la figure n°6. Trois modalités ont été présentées (i) sols moyennement dégradés (ii) sols fortement dégradés et (iii) sols dénudés.

L'analyse statistique montre que 48 % des enquêtés ont affirmé une dégradation moyenne contre 42% qui ont qualifié la dégradation de forte et 10% ont affirmé une dénudation totale sols. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Dapola (2008) dans la région de Dem au Burkina Faso.

Rendement moyenne avant les aménagements

La perception des enquêtés sur le rendement a permis de produire les résultats statistiques issues de l'enquête sur la question du rendement moyen avant les aménagements pendant la période 2017-2019. Ce résultat est représenté par la figure n°7.

Figure 7:- Rendement moyen avant les ménagements.

La figure n°4 présente les rendements oscillant entre 2-22 sacs soit 0.2-2.2t/ha avec une moyenne de 1.5t/ha.

Installation et Répartition des Aménagements

Les histogrammes représentés par la figure n°8 mettent en exergue la totalité du type d'aménagements réalisés par le projet RePER. Il indique les modalités des données par type d'aménagement et parallèlement, transmet une information sur le type d'aménagement le plus réalisé par le projet ; ce qui classe les diguettes en terre en premier. Cela s'explique par leur faible coût de réalisation et aussi des procédés faciles de mise en œuvre. Les Seuils d'épandage sont les plus coûteux et leur réalisation requière des études et un processus de passation de marchés. Ce qui explique leur faible modalité d'apparition. Les zaïs, les demi-lunes et les cordons pierreux se réalisent dans les glacis, ce qui rend leur travail très difficile et justifie aussi leur faible installation dans les effectifs.

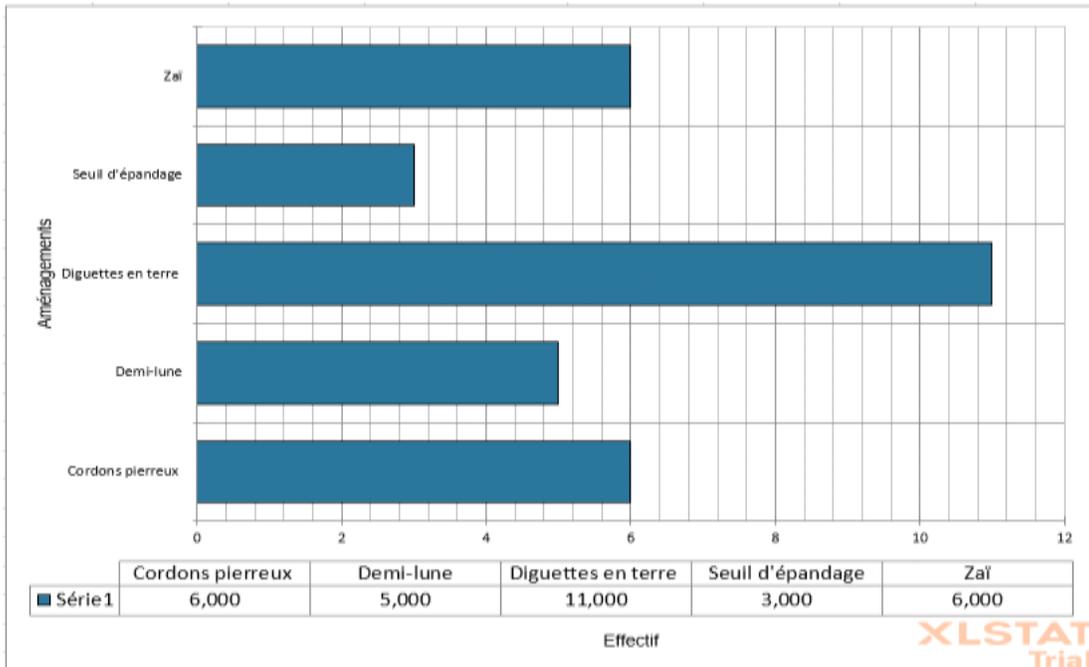


Figure 8:- Types d'aménagements rencontrés.

Rendement moyenne après les aménagements

La perception des enquêtés sur le rendement après les aménagements est représentée par la figure n°9.

Figure 9:- Rendement moyen après les aménagements.

Cette figure illustre l'évolution du rendement qui passe de 0.1-2.2t/ha avant les aménagements à 0.7-2.7t/ha avec une moyenne de 1.7t/ha après les aménagements. Ce qui représente une hausse de 0.2t/ha. Ces résultats corroborent ceux de Constant Évariste Dapola DA (2008) obtenus dans la région de Dem au Burkina Faso et ceux de Kone et al (2022) obtenus dans la région de Tahoua au Niger avec les mêmes techniques d'aménagements.

Régression linéaire

Pour comprendre la relation entre le rendement moyen des cultures après les aménagements et le degré de satisfaction des bénéficiaires, la modélisation d'une régression linéaire a permis de calculer le coefficient de corrélation linéaire de la régression représenté à la figure n°10.

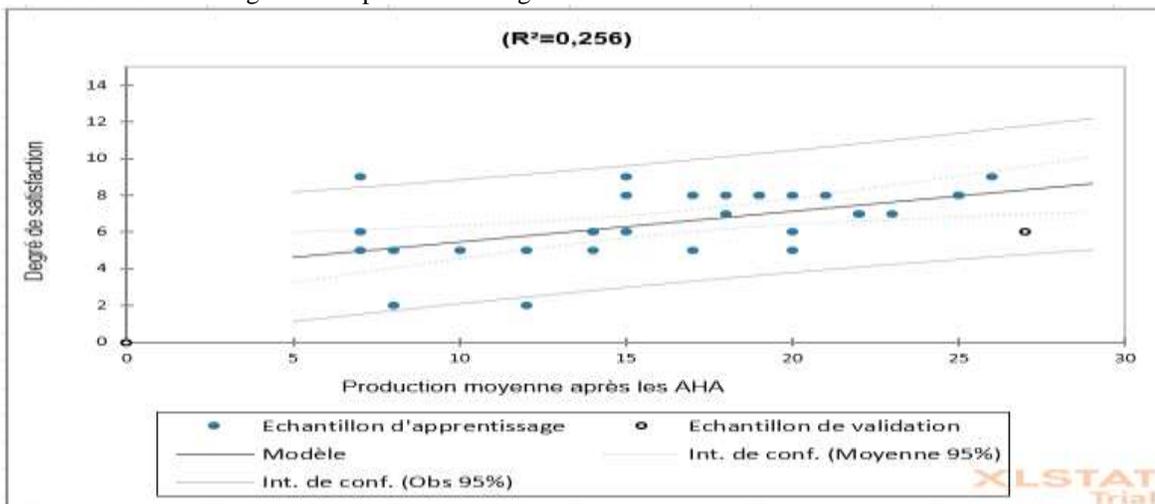


Figure 10:- Relation entre le rendement et la satisfaction des bénéficiaires.

Le coefficient de corrélation obtenu par le model est assez significatif ($R^2 = 0.256$) pour affirmer que les techniques de gestion durables des terres ont suffisamment amélioré le rendement des cultures à la satisfaction des bénéficiaires.

Résultat sur l'état du couvert végétal avant les aménagements entre 2017-2019

Pour obtenir un couvert sans grande perturbation nuageuse, les images ayant servi à cette analyse sont des images sentinelles prises dans la dernière semaine du mois d'octobre entre 2017 et 2019, de résolution 10m. À l'échelle de la zone d'étude, l'analyse spatiale des changements observés entre 2017 et 2019 ne met presque pas en évidence des contrastes visuellement perceptible sur la carte. La végétation spontanée qui était présente en 2017 s'est maintenue en 2019 (pas de progression ni de régression). Ce constat est représenté par la figure n°11.

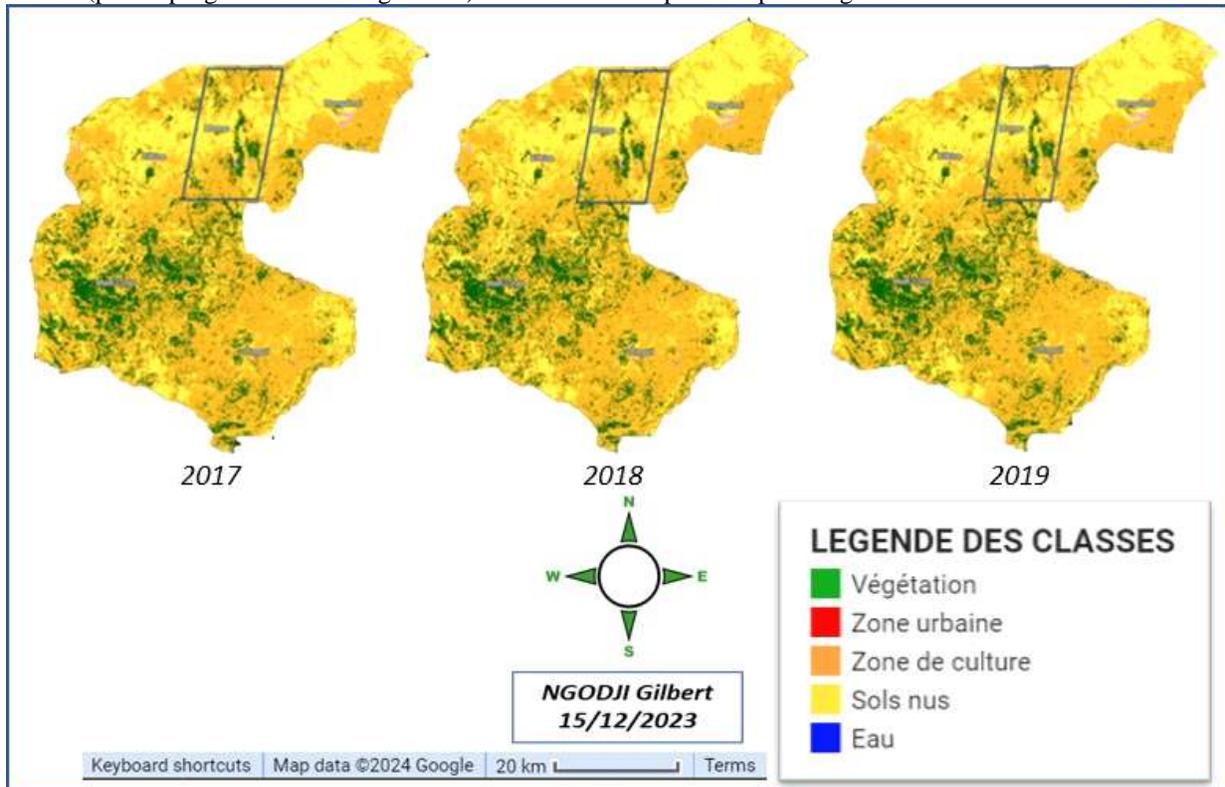


Figure N° 11:- Occupation des sols 2017-2019.

Il est noté que les sites n'étaient pas encore aménagés et que le couvert qui s'y trouve n'a pas évolué pendant cette période. Cette considération est la plus plausible et corrobore les résultats de Courel et al (1998) dans la région de Shanghai en Chine. Il y a cependant d'autres facteurs à prendre en compte comme l'arrêt précoce des pluies ou l'irrégularité des pluies avec des fréquences relativement espacées.

Résultat lié à la régénérescence du couvert végétal après les Aménagements

L'avis des bénéficiaires sur la régénérescence du couvert végétal sur les sites aménagés est représenté par la figure n° 12.

L'analyse statistique de la perception des bénéficiaires sur la régénérescence du couvert végétal montre que 94% affirment qu'il y a eu régénérescence du couvert végétal après les aménagements contre 6% qui affirment ne pas constater la régénérescence du couvert végétal après les aménagements. Ce résultat corrobore ceux de Kombienou et al (2022) dans 05 villages de la commune de Boukombé au Nord-Ouest du département de l'Atacora au Bénin.

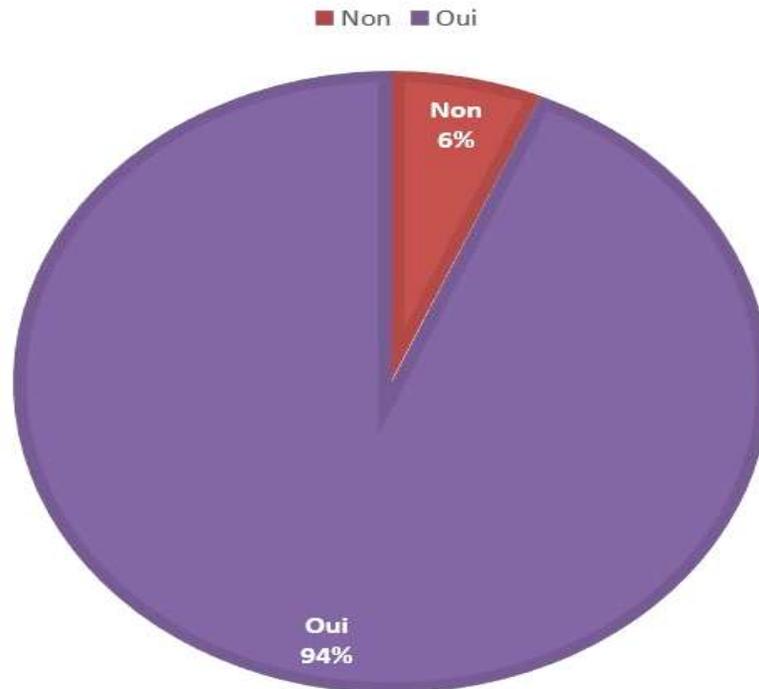


Figure N°12:- Avis des bénéficiaires sur la régénérescence du couvert végétal.

Résultat lié à la régénérescence du couvert végétal entre 2020-2023

Des changements observés entre 2020 et 2023 représentés par la figure n°13 mettent en évidence des contrastes au centre (polygone vert), le Nord (polygone bleu) et au Sud (polygone rouge) de la zone marquée (polygone noir) de la région.

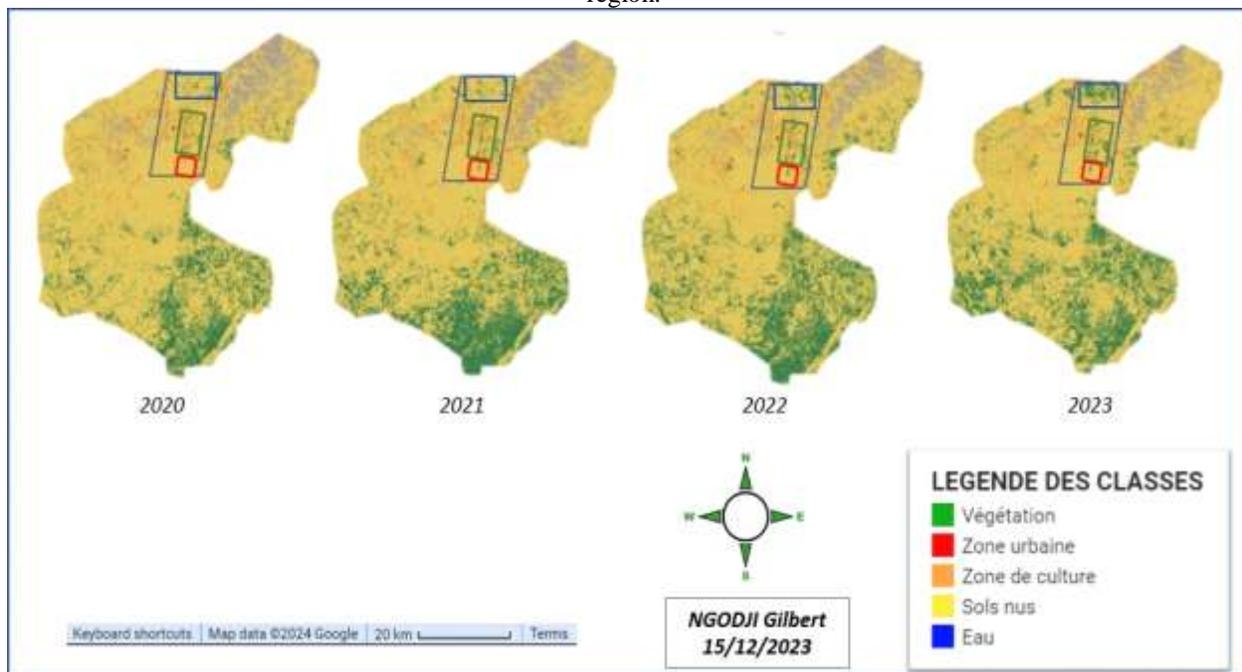


Figure N°13:- Etat de la régénérescence du couvert végétal entre 2020-2023.

Dans le centre et le Nord, entre les deux dates, la végétation spontanée qui était présente en 2017 s'est maintenue et sa surface a globalement progressé graduellement jusqu'à 2023. Sur la même période, le secteur du Sud a enregistré une

régénérescence. Ils apparaissent notamment au Sud (polygone en rouge). Cette tendance marque l'apparition de nouvelles surfaces couvertes par la végétation spontanée et une grande stabilité.

Dynamique des aires d'occupation de sols entre 2017-2023

L'algorithme de GEE calcule les pixels de chaque classe et ainsi pour celui de chaque classe aboutissant au calcul des superficies de chaque classe (GEE, 2012). Ce qui permet ensuite par un autre algorithme de générer un graphique pour chaque classe. Cela amène à présenter le graphique de l'aire par unité de classe. Les aires sont réparties comme indiqué par le tableau n°1 pour 2017, l'année de référence, et 2023 comme année cible de l'étude.

Table N°1:- Aires d'occupation de sols entre 2017-2023.

2017			2023		
Classe	Area	Pourcentage	Classe	Area	Pourcentage
Sol nu	6110001	57,38	Sol nu	5129630	42,29
Végétation	4176105	39,22	Végétation	6460254	53,26
Zone urbaine	346377	3,25	Zone urbaine	514808	4,24
Surface eau	15840	0,15	Surface eau	25044	0,21
Somme	10648322	100	Somme	12129735	100

Le tableau n°,1 présente les superficies sous couverture végétale spontanée aux deux dates d'observation dans les secteurs étudiés. En 2017, la végétation couvrait de 39,22% des superficies totales. Puis une nette progression s'est produite jusqu'en 2023 : la superficie du couvert végétale a progressé pour atteindre 53,26%.

Résultat du Model Harmonic de l'indice NDVI

Le model harmonique de l'indice NDVI de nos sites générés par l'algorithme présente deux types de données dont les vraies valeurs des NDVI (en bleu) et les valeurs ajustées (en rouge).

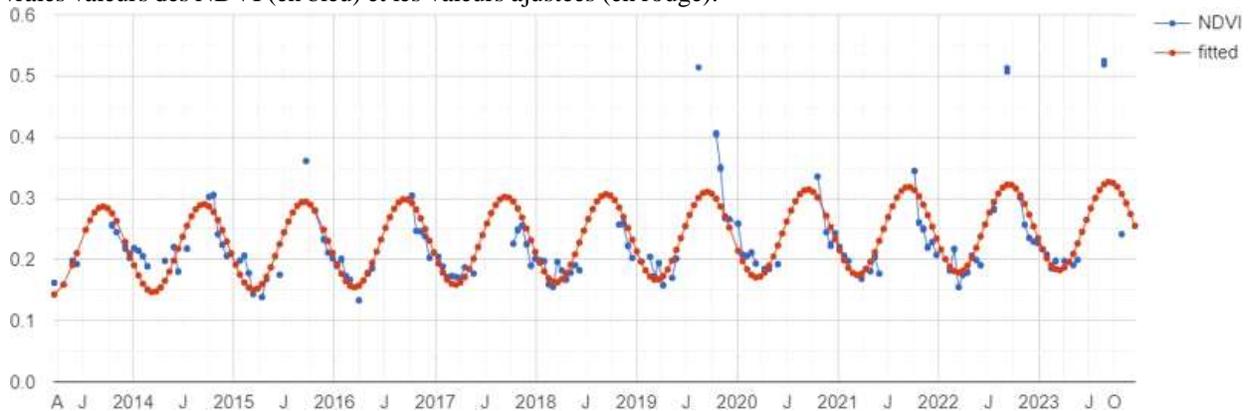


Figure 14:- Model harmonique 2017-2023.

L'ajustement des données des NDVI permet de tracer la courbe du model harmonique. Le model résultant montre une nette croissance du NDVI entre 2014 et 2023 (entre 0.15 – 0.29 en 2014 et de 0.18 – 0.34 en 2023). Le résultat obtenu corrobore celui de Marega, O et al (2021) pour la zone du sahel. Si l'on prend en compte les premières années de la série 2017-2019, le reverdissement est statistiquement non significatif sur la période, du fait de la présence d'années très sèches au début de la série (les années 2016, 2017 sont les plus basses de la décennie 2010-2020 en termes de précipitation) et aussi du fait de l'absence d'ouvrage de conservation d'eau (avant les aménagements). En revanche, dès que les années de sécheresse ne sont pas prises en compte, il devient rapidement non significatif ou inexistant. La présence des aménagements suivis d'années humides en fin de la série, en tout cas dans la région en particulier entre 2020-2023, expliquent également en grande partie les tendances au reverdissement mise en évidence. Les tendances du NDVI sont globalement cohérentes avec les résultats obtenus à partir des images de classification. Le reverdissement est mis particulièrement en évidence si l'on considère les dernières années. Toutefois, cette amélioration n'est pas systématiquement observable, à cause de la petite surface des sites ne permettant pas d'un bon chargement ou du moins un reverdissement aussi significativement appréciable. Un

algorithme permettant à partir des pixels de chaque image sur les sites sur toute la période d'étude peu permettre une estimation juste du dynamisme de la végétation. Ces résultats corroborent ceux de HIERNAUX .P et al. (2009).

Conclusion:-

L'étude avait pour objet de mesurer l'impact des pratiques de gestion durable des terres sur le rendement agricole et la régénérescence du couvert végétal dans la province de Guerra précisément dans la zone d'action du projet RePER. Les résultats obtenus montrent que le rendement agricole de l'année de référence oscillait entre 2-22 Sacs/ha contre 7-27 sacs/ha après les aménagements. Le couvert végétal couvrait 4 176 105m² en 2017 est passé à 6 460 250m² en 2023. Ce qui confirme les hypothèses de départ qui ont été fixé pour cette étude. En revanche, La quantification du taux d'érosion constitue le résultat non atteint par manque de données nécessaire à la compréhension du processus d'érosion dans le Guera .Nous souhaitons que les prochaines s'appuient sur cet aspect pour comprendre l'ampleur du transport solides dans la province du Guerra en général et la zone du projet en particulier dans ce contexte du changement climatique.

Références Citées:-

1. De Schutter, Olivier. 2011. « Achieving the right to food: From global governance to national implementation ». Contribution to the 37th Session of the Committee on World Food Security 17.
2. Pimentel, David, et Michael Burgess. 2013. « Soil erosion threatens food production ». *Agriculture* 3(3):44363.
3. Roose, Eric. 1991. « Conservation des sols en zones méditerranéennes ». Synthèse et proposition d'une nouvelle stratégie de lutte antiérosive: la GCES-Cahiers ORSTOM, Série Pédologie 26(2):14581.
4. SOME, Antoine N., et Hassan Bismarck NACRO. 2009. « Impact des techniques et technologies paysannes (mise en défens, cordons pierreux) sur l'évolution de la fertilité des sols de quatre bassins versants (Soum, Sanmatenga, Kouritenga et Kompienga) ».
5. Coulibaly, Kalifa, Bagnian Issoufou, Zakou Amadou, et Hassan Bismarck. 2022. « Perception Paysanne des Techniques de Conservation des Eaux et des Sols et de Défense et Restauration des sols (CES/DRS) en Afrique de l'Ouest: cas du Burkina Faso et du Niger ». *European Scientific Journal*, ESJ 18. doi: 10.19044/esj.2022.v18n27p121.
6. Da, Constant Évariste Dapola. 2008. « Impact des techniques de conservation des eaux et des sols sur le rendement du sorgho au centre-nord du Burkina Faso ». *Archives de sciences sociales des religions* 241(2):99110.
7. Courel, M. F., S. S. Kaboré, et K. Goïta. 1998. « Remote sensing-based spatio-temporal modeling to predict biomass in Sahelian grazing ecosystem ». *Ecological Modelling* 184(2):34154. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2004.10.012.
8. Koné, Armand, Alain, Michel Brossard, et Martial Bernoux. 2022. « Agricultural Soil and Water Conservation Issues in East Africa ». P. 2948 in *Global Degradation of Soil and Water Resources: Regional Assessment and Strategies*, édité par R. Li, T. L. Napier, S. A. El-Swaify, M. Sabir, et E. Rienzi. Singapore: Springer Nature.
9. Randrianarison, Lalaina. 2003. « Bénéfices et contraintes dans l'adoption des techniques de conservation des sols sur les Hautes-Terres Malgaches ».
10. Kombienou, Pocoun Damè, et Gustave Dieudonné Dagbenonbakin. 2022. « Pratiques agricoles et techniques de conservation des eaux et des sols de Boukombé au Bénin ». *J. Anim. Plant Sci* 52:934361.
11. Marega, Oumar, José-Luis San Emeterio, Ababacar Fall, et Julien Andrieu. 2021. « Cartographie par télédétection des variations spatio-temporelles de la couverture végétale spontanée face à la variabilité pluviométrique au Sahel: approche multiscalaire ». *Physio-Géo. Géographie physique et environnement* (Volume 16):128. doi: 10.4000/physio-geo.11977.
12. Hiernaux, Pierre, Lassine Diarra, Valérie Trichon, Eric Mougou, Nogmana Soumaguel, et Frédéric Baup. 2009. « Woody plant population dynamics in response to climate changes from 1984 to 2006 in Sahel (Gourma, Mali) ». *Journal of Hydrology* 375(12):10313.