

1 2 **Analyse de la productivité des terres dans la commune de Bouné (Niger) à partir d' un proxy de Google** 3 **Earth Engine.**

4 5 **Abstract:**

6 In the rural Sahelian areas, the increasing pressure on land due to population growth and intensified usage poses
7 a major challenge for the sustainable management of natural resources. This study analyzes the spatiotemporal
8 evolution of land productivity in the municipality of Bouné (Niger) using a proxy derived from time series of the
9 normalized difference vegetation index (NDVI) from Landsat images (2002-2024). The dynamics of
10 productivity were assessed through linear regression, supplemented by the non-parametric Mann-Kendall test (p
11 ≤ 0.05), and validated by field observations. The results show an improvement in productivity over 42% of the
12 area between 2002 and 2013, compared to 18% in degradation. This trend reverses between 2013 and 2024, with
13 30% of the land in degradation, 45% stable, and only 25% improved. This evolution is accompanied by an
14 increase in rain-fed crops at the expense of pastoral spaces, while restored sectors maintain higher productivity.
15 The study thus highlights a reversal in land dynamics, suggesting an increasing influence of anthropogenic
16 pressures despite relatively favorable rainfall conditions. It confirms the value of Landsat time series processed
17 through Google Earth Engine for monitoring land degradation and productivity.

18 19 **Key words:-**

20 Land productivity, Google Earth Engine, NDVI, Bouné, Niger
21

22 23 **Introduction:-**

24 La dégradation des terres constitue un enjeu environnemental et socioéconomique majeur dans les régions
25 sahéliennes où les écosystèmes sont soumis à une forte variabilité climatique et à une intensification des
26 pressions anthropiques (Moussa Ibrahim *et al.*, 2020, p. 152; Tong *et al.*, 2017, p. 286). Elle affecte directement
27 la sécurité alimentaire, les moyens d'existence et la résilience des communautés face aux aléas climatiques
28 (Jahel & Lambin, 2025, p. 439; Yacouba *et al.*, 2016, p. 554).

29 Plusieurs méthodes ont été développées pour évaluer son ampleur et ses impacts. L'approche promue par la
30 Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification dans le cadre du suivi de la Neutralité en
31 matière de Dégradation des Terres (NDT) repose sur trois indicateurs complémentaires : (i) l'évolution de
32 l'occupation et de la couverture des terres, (ii) la dynamique de la productivité des terres et (iii) la variation des
33 stocks de carbone organique des sols (CNULCD, 2018, p. 4). Ces indicateurs constituent la base méthodologique
34 du suivi des Objectifs de Développement Durable (ODD 15) et permettent d'appréhender de manière intégrée
35 l'état et la dynamique des terres (Bär *et al.*, 2023, p. 2; 199; Belyaeva *et al.*, 2023; Thomas *et al.*, 2023). Parmi
36 ces composantes, la productivité des terres, définie comme la capacité potentielle des surfaces à produire de la
37 biomasse végétale (Gonzalez-Roglich *et al.*, 2019, p. 36; Ivits & Cherlet, 2013, p. 7; Kapović Solomun *et al.*,
38 2018, p. 21), apparaît comme un indicateur central du fonctionnement écologique des écosystèmes terrestres
39 (Fensholt *et al.*, 2013, p. 665; Schillaci *et al.*, 2023, p. 251; Shen *et al.*, 2023, p. 671). Elle est généralement
40 estimée à partir d'indices de végétation dérivés de séries temporelles d'images satellitaires (Prince, 2019, p. 3).
41 Cet indicateur présente l'avantage de permettre la détection des processus de dégradation ou de restauration,
42 indépendamment des transformations morphologiques visibles du paysage (ensablement, formation de dunes,
43 etc.), ce qui le rend particulièrement pertinent dans les environnements sahéliens.

44 Cependant, malgré le développement d'outils innovants tels que Google Earth Engine, l'évaluation de la
45 dégradation des terres dans le Niger oriental demeure encore largement fondée sur des approches classiques
46 centrées sur les changements morphologiques, notamment l'analyse de l'ensablement, des formations dunaires
47 ou des surfaces dénudées (Bodart *et al.*, 2010; Barké *et al.*, 2018; Djadji *et al.*, 2025). Par ailleurs, ces approches
48 sont le plus souvent ponctuelles et discontinues dans le temps, ce qui limite leur capacité à rendre compte des
49 dynamiques spatio-temporelles des processus de dégradation et/ou de restauration.

50 Dans ce contexte, le présent article propose d'exploiter les séries temporelles d'images Landsat afin d'analyser la
51 dynamique spatio-temporelle de la productivité des terres à l'échelle de la commune de Bouné.

52 **2. MATERIELS ET METHODES**

53 **2.1. Présentation de la zone d'étude**

La commune de Bouné est située au sud-est de la région de Zinder (Figure 1). Elle présente un paysage caractéristique des systèmes dunaires du bassin du Niger oriental. Le climat est de type sahélien, avec une pluviométrie annuelle moyenne de 380 mm (± 100 mm) sur la période 1981-2024 (Djadjji et *al.*, 2023). Le régime pluviométrique se caractérise par une forte variabilité interannuelle, marquée par deux ruptures positives détectées en 1997 et en 2016. La première correspond à une augmentation de 29 % des précipitations par rapport à la période 1981-1997, tandis que la seconde traduit une hausse de 52 % par rapport à la période 1998-2016. Ces évolutions témoignent d'une reprise pluviométrique progressive depuis la fin des grandes sécheresses sahéliennes.

Les vents, actifs tout au long de l'année, favorisent les processus d'érosion éolienne et contribuent à la dynamique des paysages ainsi qu'à la vulnérabilité des ressources naturelles. Le substratum géologique est dominé par les grès de Mallaoua recouverts de formations sableuses quaternaires (Greigert & Pougnet, 1965). Cette configuration a favorisé la mise en place d'un relief dunaire organisé en trois principales unités géomorphologiques : les sommets dunaires, les couloirs interdunaires et les cuvettes. Les sommets dunaires et les couloirs interdunaires offrent des conditions favorables à la fois aux cultures pluviales et au pâturage. Quant aux cuvettes, caractérisées par des sols limono-argileux et la présence d'une nappe phréatique peu profonde, concentrent les activités de maraîchage et d'agriculture irriguée, jouant un rôle essentiel dans la diversification des productions agricoles et des revenus des ménages. Ainsi, la distribution spatiale de la productivité des terres est étroitement liée aux caractéristiques géomorphologiques de la commune.

La commune de Bouné abrite une population majoritairement rurale dont les moyens d'existence reposent principalement sur l'agriculture et l'élevage. Ces deux activités constituent les piliers de l'économie locale et dépendent fortement de la disponibilité et de la qualité des ressources naturelles, ce qui rend le territoire particulièrement sensible aux phénomènes de dégradation des terres.

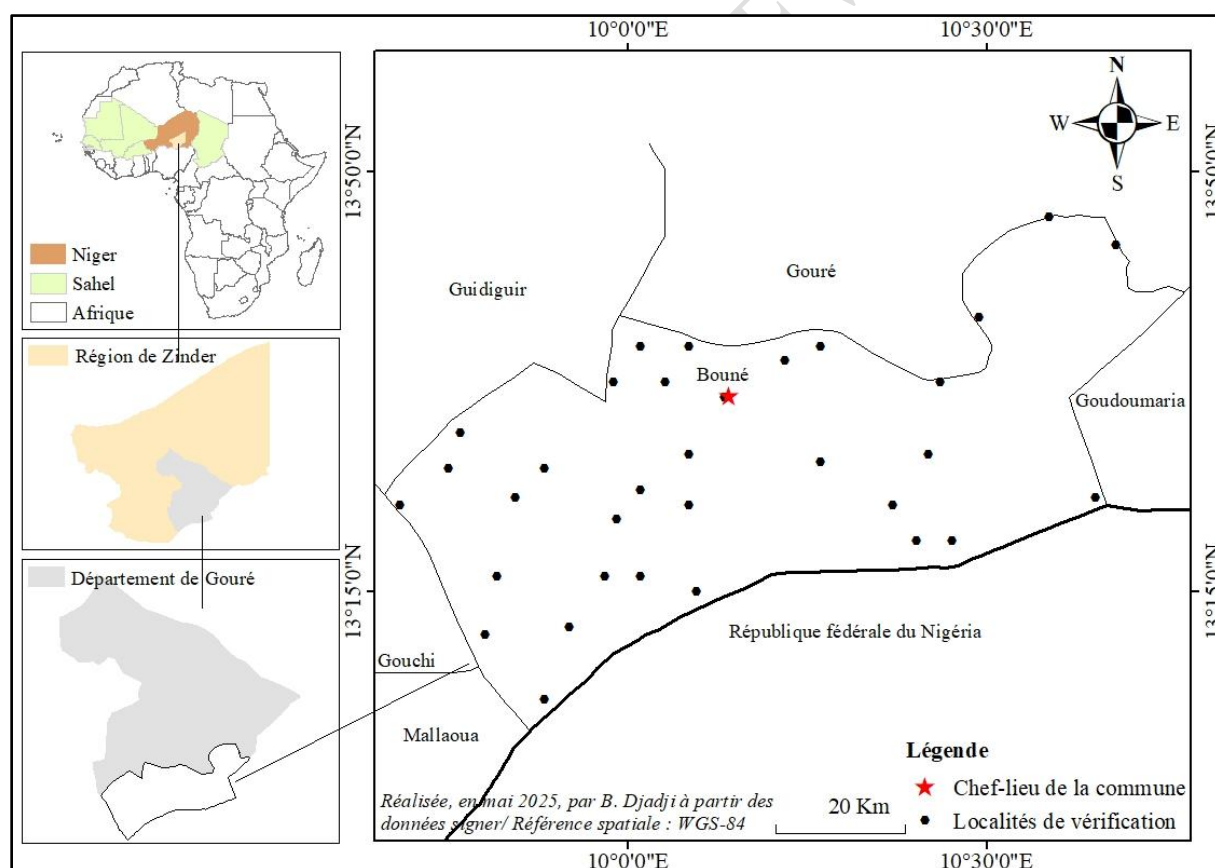


Figure 1: Localisation du cadre géographique de la recherche

2.2. Acquisition et traitement des données spatiales

La présente étude s'appuie sur une série temporelle de NDVI issue des capteurs Landsat TM, ETM+ et OLI couvrant la période 2002–2024. Le choix de ces capteurs repose sur leur résolution spatiale de 30 m, adaptée à l'analyse de la dynamique de la productivité des terres à l'échelle communale, ainsi que sur leur résolution

temporelle de 16 jours, qui permet de produire des composites mensuels à partir de deux acquisitions successives.

Les données ont été extraites et traitées sous la plateforme Google Earth Engine. Après identification des images couvrant la zone d'étude, plusieurs filtres ont été appliqués afin de constituer une série temporelle homogène. Un filtre temporel a d'abord permis de sélectionner les acquisitions comprises entre 2002 et 2024, puis un filtre sur les métadonnées a été utilisé pour ne conserver que les images présentant une couverture nuageuse inférieure à 10 %. L'indice de végétation normalisé (NDVI) a ensuite été extrait sur chaque image de la collection avant l'application d'un découpage spatial correspondant aux limites de la commune de Bouné.

Les informations relatives à l'occupation et à l'utilisation des terres ont été obtenues par classification supervisée (algorithme du maximum de vraisemblance) d'images multispectrales synthétiques produites pour les années 2002, 2013 et 2024. Pour chaque date, une image composite a été générée à partir des acquisitions réalisées entre octobre et décembre, période qui suit immédiatement la saison des pluies et durant laquelle les unités d'occupation du sol présentent une meilleure discrimination spectrale (Solly et al., 2021, p. 4). Les composites ont été produits sous Google Earth Engine par agrégation des images disponibles à l'aide du réducteur « mean », puis exportés au format GeoTIFF. La classification supervisée a ensuite été réalisée dans l'environnement ENVI 5.3 selon la méthode du maximum de vraisemblance pour réaliser les cartes d'occupations des sols.

2.3. Evaluation de la dynamique de la productivité des terres

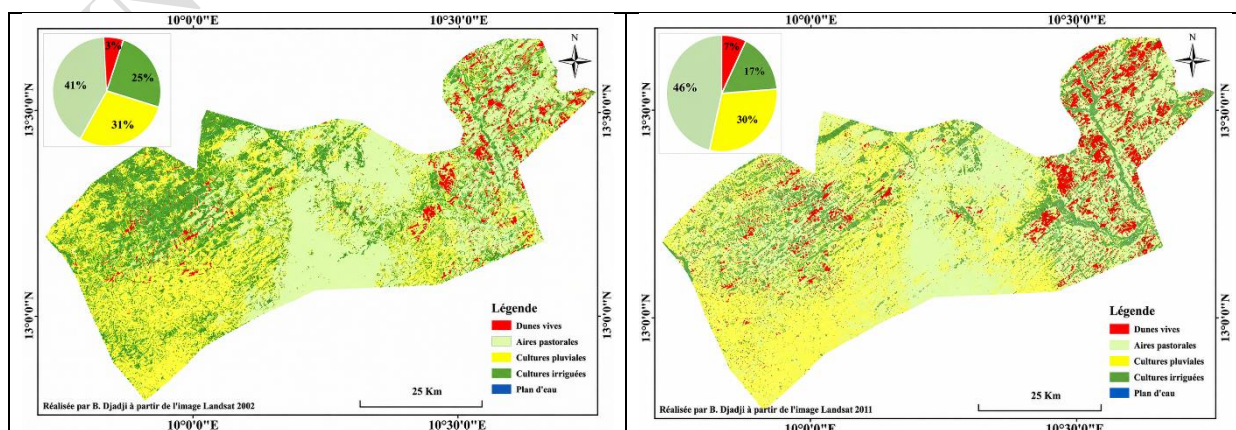
La productivité des terres a été évaluée à partir de la dynamique interannuelle de l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI), utilisé comme proxy. Cette approche constitue une alternative aux estimations directes de la productivité primaire nette dont l'obtention est coûteuse et exigeante en données (Conservation international, 2023, p. 13). Définie comme la capacité potentielle des terres à produire de la biomasse végétale, la productivité des terres constitue un indicateur pertinent de l'état de fonctionnement des écosystèmes terrestres (Ivits et Cherlet, 2013, p. 7 ; Kapović Solomun et al., 2018, p. 21).

L'analyse repose sur l'indicateur « trajectoire » recommandé dans le cadre de la Neutralité en matière de Dégradation des Terres (NDT), qui mesure l'évolution de la productivité au cours du temps (Mariano Gonzalez et al., 2017, p. 12 ; Conservation international, 2023, p. 5). Les données d'entrée sont constituées d'une série temporelle de NDVI dérivée des images Landsat couvrant la période 2002–2024. Dans un premier temps, une régression linéaire a été appliquée afin d'estimer la tendance de l'évolution du NDVI sur l'ensemble de la période d'étude. Dans un second temps, la significativité statistique des tendances a été évaluée au moyen du test non paramétrique de Mann-Kendall. Seules les tendances présentant un seuil de significativité de $p \leq 0,05$ ont été retenues. Les tendances positives significatives traduisent une amélioration potentielle de la productivité des terres, tandis que les tendances négatives significatives sont interprétées comme un signe de dégradation potentielle. Les tendances non significatives correspondent, quant à elles, à des terres considérées comme stables (Conservation international, 2023, p. 13).

3. RÉSULTATS

3.1. Dynamiques d'occupation des sols entre 2002 et 2024

L'analyse des trois cartes met en évidence une évolution de l'occupation des terres entre 2002, 2013 et 2024, caractérisée par une intensification des usages agricoles et une régression progressive des espaces pastoraux. Les changements ne sont toutefois pas homogènes dans l'espace et traduisent des dynamiques contrastées selon les unités géomorphologiques.



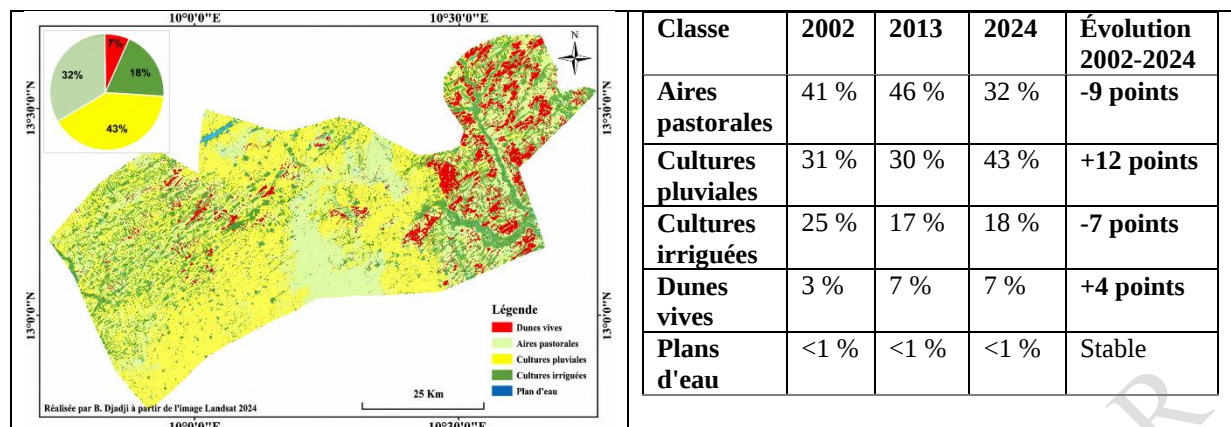


Figure 2. Dynamique d'occupation des sols entre 2002 et 2024 dans la commune de Bouné

Entre 2002 et 2013, la dynamique est marquée par une stabilité agricole dans un contexte de dégradation physique. En effet, la principale évolution concerne l'augmentation des dunes vives, dont la superficie passe de 3 à 7 %. Cette progression est particulièrement visible dans la partie orientale de la commune, où les foyers d'ensablement deviennent plus nombreux et plus étendus. Elle traduit une intensification des processus d'érosion éolienne et de mobilité des dunes. Parallèlement, les zones des cultures irriguées régressent de 25 % à 17 %. Toutefois, cette dynamique est à nuancer car elle concerne les zones potentiellement irrigables. Dans le fait, la pratique de culture irriguée a connu une expansion en raison de la promotion de l'activité, initiée depuis les années 1997 par le projet PGRN (Projet de Gestion des Ressources Naturelles) pour accompagner l'adaptation de la population aux chocs climatiques et environnementaux.

La deuxième période (2013 – 2024) est marquée par une recomposition de l'occupation des terres. La superficie des cultures pluviales passe de 30 % à 43 %, soit une progression de 13 points en onze ans. Cette extension concerne principalement les espaces auparavant occupés par les aires pastorales, notamment dans la moitié occidentale et centrale de la commune. En conséquence, les aires pastorales enregistrent une diminution, passant de 46 % à 32 %. Cette régression traduit une pression agricole croissante sur les parcours pastoraux sous l'effet conjugué de la croissance démographique, de l'amélioration récente des conditions pluviométriques et de l'intérêt de la culture du sésame, fortement demandé par le Nigéria voisin. Les cultures irriguées et les dunes vives restent globalement stables.

Ainsi, sur les vingt-deux années d'observation, trois tendances majeures se dégagent :

- Une extension importante des cultures pluviales (+12 points), traduisant une anthropisation croissante du territoire ;
- Une régression des espaces pastoraux (-9 points), révélatrice d'une concurrence entre agriculture et élevage ;
- Une augmentation des dunes vives (+4 points), témoignant d'une persistance des processus d'ensablement.

Ces évolutions traduisent une recomposition des usages du sol sous l'effet de l'amélioration des conditions pluviométriques observée depuis la fin des années 1990. Celle-ci a favorisé l'extension des cultures pluviales et la mise en valeur de nouveaux espaces agricoles, au détriment des parcours pastoraux. Parallèlement, la progression des dunes vives témoigne de la persistance des processus d'érosion éolienne. Ces changements soulignent l'intérêt de compléter l'analyse de l'occupation du sol par un indicateur fonctionnel de la productivité des terres (NDVI), afin de distinguer les véritables processus de dégradation des simples mutations des usages des sols.

A. 3.2. Dynamique de la productivité des terres

La Figure 3 présente la dynamique de la productivité des terres, estimée à partir des séries temporelles de NDVI Landsat, pour deux périodes : 2002-2013 et 2013-2024. Les trois classes retenues correspondent aux recommandations de la méthodologie NDT : dégradation, stabilité et amélioration. Deux tendances opposées se dégagent.

Au cours de la période 2002-2013, la dynamique de la productivité des terres est globalement favorable. Les terres en amélioration représentent 42 % de la superficie communale, contre 40 % de surfaces stables et

seulement 18 % de terres en dégradation. L'amélioration est particulièrement marquée dans la partie occidentale de la commune, où de vastes espaces présentent une augmentation significative du NDVI. Les secteurs en dégradation restent relativement localisés et concernent principalement la moitié orientale ainsi que quelques foyers dispersés au centre de la commune. Cette évolution traduit une augmentation globale de la biomasse végétale, particulièrement sous l'effet des soutiens anthropiques à travers la régénération naturelle de la végétation et de certaines pratiques de gestion des terres.

La période 2013-2024 présente une évolution sensiblement différente. Les superficies en amélioration diminuent pour atteindre 25 %, tandis que les zones en dégradation progressent à 30 %. Les terres stables deviennent désormais majoritaires (45 %). La dégradation apparaît beaucoup plus diffuse que lors de la période précédente. Elle s'étend sur une grande partie des secteurs occidentaux, centraux et orientaux de la commune, traduisant une baisse généralisée de la productivité végétale. Les zones d'amélioration deviennent plus fragmentées et se concentrent essentiellement dans quelques secteurs du nord-est, de l'ouest et le long de certains couloirs interdunaires. Elles correspondent en grande partie aux espaces ayant bénéficié d'interventions de restauration des terres (fixation des dunes, régénération naturelle assistée, etc.). Cette correspondance est corroborée par les observations de terrain et les entretiens réalisés auprès des populations locales, qui confirment la mise en œuvre de ces actions et leurs effets sur l'amélioration de la couverture végétale.

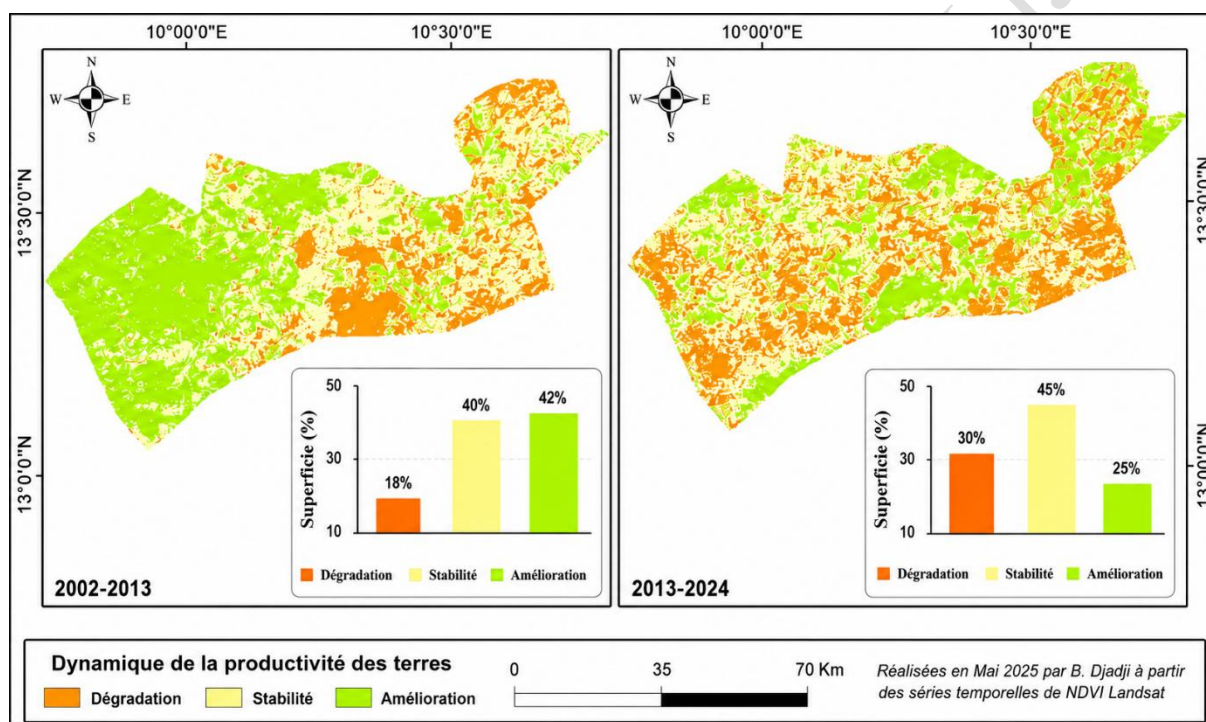


Figure 2 : Dynamique de la productivité des terres : à gauche : 2002 et 2013 et à droite : 2013 et 2024

La comparaison des deux périodes met en évidence un renversement de la dynamique de la productivité :

- Les terres en amélioration passent de 42 % à 25 % (-17 points) ;
- Les terres en dégradation augmentent de 18 % à 30 % (+12 points) ;
- Les terres stables progressent légèrement de 40 % à 45 % (+5 points).

Cette évolution montre que les gains de productivité observés au début des années 2000 n'ont pas été maintenus au cours de la dernière décennie. La baisse de la productivité pourrait résulter d'une combinaison de facteurs : intensification des usages agricoles, pression pastorale accrue, appauvrissement progressif des sols ou encore variabilité pluviométrique récente.

En analysant les dynamiques de productivité par unité d'occupation des terres, on constate que l'évolution de la productivité est étroitement liée aux transformations des usages des terres.

Les cultures pluviales, dont la superficie est passée de 31 % en 2002 à 43 % en 2024, présentent une évolution contrastée. Entre 2002 et 2013, leur extension s'est accompagnée d'une amélioration globale de la productivité. En revanche, au cours de la période 2013-2024, une partie importante de ces espaces agricoles bascule vers une

dynamique de dégradation, traduisant une baisse de la production de biomasse. Cette évolution suggère une intensification des pratiques agricoles et une pression croissante sur les ressources en sols. Les entretiens menés auprès des communautés locales indiquent que la mise en culture des terres marginales, intensifiée depuis une dizaine d'années, constitue l'un des principaux facteurs de dégradation. Cette vulnérabilité est accentuée par la prédominance de la culture du sésame (photo 1), qui laisse peu de résidus végétaux après la récolte, exposant ainsi les sols à la déflation et à l'érosion éolienne.



Photo 1. Un domaine de sésame en culture pure dans la commune de Bouné
Prise de vue : Octobre 2024.

Les aires pastorales suivent une trajectoire différente. Bien qu'elles aient progressé entre 2002 et 2013 (41 % à 46 %), leur superficie recule fortement par la suite pour atteindre 32 % en 2024, principalement au profit des cultures pluviales. Cette régression s'accompagne d'une diminution de la productivité sur plusieurs secteurs, probablement liée à la pression exercée par les activités agricoles et pastorales. La photo 2 montre l'ensablement d'un couloir pastoral.



Photo 2. Ensevelissement d'un couloir de passage pastoral (au premier plan)
Prise de vue : Août 2025.

Les cultures irriguées enregistrent une baisse entre 2002 et 2013 (25 % à 17 %), avant de se stabiliser autour de 18 % en 2024. Malgré cette légère régression spatiale, elles correspondent globalement aux secteurs où la productivité demeure la plus stable, voire s'améliore localement, en raison de la disponibilité permanente de l'eau et des interventions de restauration observées dans plusieurs cuvettes. La photo 3 montre l'arboriculture dans une cuvette de la commune.



Photo 3. Développement de culture irriguée dans une cuvette

Prise de vue : février 2019.

Enfin, les dunes vives, dont la superficie passe de 3 % à 7 %, coïncident avec les principaux foyers de faible productivité. Leur progression traduit la persistance des processus d'érosion éolienne et d'ensablement, qui limitent le développement de la couverture végétale. La photo 4 illustre une dune vive dans la commune de Bouné.



Photo 4. Recouvrement d'un bas-fond (premier plan) par une dune vive (second plan)
Prise de vue : Mai 2025.

II. 4. DISCUSSIONS

Les résultats de cette étude mettent en évidence une évolution contrastée de la dégradation des terres dans la commune de Bouné entre 2002 et 2024. Ils montrent que les changements d'occupation du sol ne se traduisent pas systématiquement par une amélioration de l'état fonctionnel des terres. Si l'expansion des cultures pluviales s'est poursuivie au cours de la période d'étude, elle s'est accompagnée, dans plusieurs secteurs, d'une baisse de la productivité des terres, tandis que les zones ayant bénéficié d'actions de restauration ou disposant de conditions hydriques plus favorables ont conservé une dynamique positive. Ces résultats confirment l'intérêt de l'approche de la Neutralité en matière de Dégradation des Terres (NDT), qui distingue les changements d'usage des terres de leur fonctionnement écologique à travers l'analyse de la productivité.

L'analyse temporelle met également en évidence une rupture entre les deux sous-périodes étudiées. Entre 2002 et 2013, la productivité des terres est globalement orientée à la hausse, traduisant une phase de régénération des écosystèmes. Cette dynamique peut être interprétée comme l'expression de la résilience des milieux dunaires sahéliens après les grandes sécheresses des décennies 1970 et 1980, dans un contexte de reprise pluviométrique observée depuis la fin des années 1990 (Dardel et al., 2014; Descroix et al., 2015; Descroix, 2021). En revanche, la période 2013-2024 est marquée par une progression des surfaces en dégradation et un recul des zones en amélioration, suggérant que les effets bénéfiques de cette reprise climatique sont progressivement contrebalancés par une intensification des pressions anthropiques. Ces résultats conduisent à discuter successivement (i) la recomposition des usages des terres et ses facteurs et (ii) l'intérêt de l'indicateur de productivité dans l'évaluation de la dégradation des terres selon l'approche NDT.

- **Recomposition des usages des terres et facteurs sous-jacents**

L'expansion des cultures pluviales observée dans la commune de Bouné s'inscrit dans une dynamique plus générale de recomposition des usages des terres observée dans l'est du Niger depuis le retour de conditions pluviométriques plus favorables. Dans la région de Zinder, plusieurs études montrent que cette amélioration climatique a favorisé l'extension progressive des terres cultivées vers des espaces auparavant réservés au pastoralisme (Ali & Mohamed, 2024). Des évolutions similaires ont également été mises en évidence dans la région de Diffa, où la mise en culture croissante des espaces dunaires et interdunaires traduit une adaptation des populations aux nouvelles opportunités agricoles offertes par la reprise des pluies (Mai Moussa Chetima et al., 2026). À l'inverse, les superficies irriguées régressent au cours de la période d'étude. Cette évolution semble principalement liée à la multiplication des inondations dans les dépressions interdunaires, qui provoquent la remontée de la nappe, l'engorgement des sols et la submersion prolongée des parcelles. Ce phénomène a déjà été observé dans plusieurs cuvettes oasiennes où les inondations récurrentes ont entraîné l'abandon de nombreuses parcelles maraîchères et une réorganisation des systèmes de production (Badamassi Malam Abdou et al., 2026; Ibrahim Ibro et al., 2026).

Toutefois, les résultats montrent que la reprise pluviométrique ne s'accompagne plus systématiquement d'une amélioration de l'état des terres. Après une phase d'amélioration de la productivité entre 2002 et 2013, les surfaces en dégradation progressent nettement au cours de la période 2013-2024, malgré le maintien de conditions climatiques relativement favorables. Cette évolution suggère que les facteurs anthropiques deviennent désormais prépondérants dans les processus de dégradation. Les observations de terrain et les entretiens réalisés auprès des producteurs montrent que l'extension des cultures vers des terres marginales et la généralisation de la culture du sésame accentuent l'épuisement des sols. En laissant peu de résidus végétaux après la récolte, cette culture expose davantage les sols à la déflation et à l'érosion éolienne, particulièrement dans les systèmes dunaires. En revanche, les secteurs ayant bénéficié d'actions de restauration conservent des niveaux de productivité plus élevés, soulignant que les pratiques de gestion des terres constituent aujourd'hui un facteur déterminant de leur évolution. Ainsi, selon les modes de gestion, les actions anthropiques peuvent contribuer à la dégradation ou à la restauration de la productivité des terres.

- **Pertinence de l'évaluation de la dégradation basée sur l'étude de la productivité**

Les résultats mettent en évidence que les changements d'occupation du sol ne permettent pas, à eux seuls, d'apprécier les processus de dégradation des terres. L'extension des cultures pluviales observée dans la commune de Bouné pourrait être interprétée comme une valorisation accrue des terres. Pourtant, l'analyse de la productivité révèle qu'une part importante de ces nouvelles superficies cultivées connaît une diminution de la production de biomasse, traduisant une dégradation de leur fonctionnement écologique. Ce constat confirme que les changements d'usage des terres et leur état fonctionnel ne suivent pas nécessairement les mêmes trajectoires. Dans cette perspective, l'indicateur de productivité constitue un complément indispensable à l'analyse de l'occupation du sol, en permettant de distinguer les simples mutations des usages des véritables processus de dégradation. Cette complémentarité est au cœur de l'approche de la Neutralité en matière de Dégradation des Terres (NDT), qui

recommande une évaluation intégrée des changements d'occupation du sol, de la productivité et du carbone organique des sols pour caractériser l'évolution des terres (Cowie et al., 2018; Molla et al., 2026).

CONCLUSION

Cette étude avait pour objectif d'analyser l'évolution spatiotemporelle de la productivité des terres dans la commune de Bouné. Les résultats mettent en évidence une évolution contrastée de la productivité au cours des deux périodes étudiées. Entre 2002 et 2013, les terres en amélioration représentent 42 % de la superficie, traduisant une phase de restauration des écosystèmes consécutive au retour de conditions pluviométriques plus favorables et aux efforts locaux de restauration des terres. En revanche, la période 2013-2024 est marquée par une progression des surfaces en dégradation (30 %) supérieure à celle des surfaces en amélioration (25 %), révélant un renversement de tendance malgré le maintien de conditions climatiques relativement favorables. Ces résultats montrent que les changements récents de la productivité sont désormais davantage liés aux modes de gestion et d'exploitation des terres qu'aux seules conditions climatiques. L'expansion des cultures pluviales, la mise en valeur de terres marginales et l'intensification des usages apparaissent comme des facteurs majeurs de cette évolution. Ils confirment également l'intérêt de l'indicateur de productivité pour compléter l'analyse des changements d'occupation du sol dans l'évaluation de la dégradation des terres. Au-delà du cas d'étude, ce travail fournit des informations utiles pour orienter les stratégies locales de gestion durable des terres en identifiant les secteurs prioritaires pour les actions de restauration et le suivi des écosystèmes.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ali, S., & Mohamed, A. (2024). *Inventaire sur l'accaparement des espaces pastoraux en Zone Pastorale de la Région de Zinder* (p. 69). Zamtapo.
- Badamassi Malam Abdou, M., Malam Abdou, M., & Abba, B. (2026). Augmentation de la pluviométrie et vulnérabilité des maraichers de la cuvette de Guidimouni (Zinder, Niger). *Revue Roumaine de Géographie / Romanian Journal of Geography*, 70(1), 161-173. <https://doi.org/10.59277/RRG.2026.1.09>
- Bär, V., Akinyemi, F. O., & Ifejika Speranza, C. (2023). Land cover degradation in the reference and monitoring periods of the SDG Land Degradation Neutrality Indicator for Switzerland. *Ecological Indicators*, 151, 110252. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110252>
- Barké, M. K., Tychon, B., Ousseini, I., Ambouta, K. J.-M., & Laminou Manzo, O. (2018). Analyse de l'évolution des paysages de cuvettes oasiennes et de leurs alentours dans le centre-est du Niger. *Geo-Eco-Trop: Revue Internationale de Géologie, de Géographie et d'Écologie Tropicales*, 42(2), 259-273.
- Belyaeva, M. V., Kust, G. S., & Andreeva, O. V. (2023). Assessment of Land-Degradation Neutrality in Samara Oblast by Global and Regional Indicators. *Moscow University Soil Science Bulletin*, 78(3), 199-211. <https://doi.org/10.3103/S0147687423030043>
- Bodart, C., & Ozer, A. (2009). Apports de la télédétection dans l'étude de la remise en mouvement du sable dunaire dans la région de Gouré (sud-est du Niger). *Geo-Eco-Trop: Revue Internationale de Géologie, de Géographie et d'Écologie Tropicales*, 33, 57-68.
- Bodart, C., Ozer, A., & De Rauw, D. (2010). Suivi de l'activité des dunes au Niger au moyen de la cohérence interférométrique ERS ½. *Bulletin de la Société Géographique de Liège*, 54(1), Article 1.
- CNULCD. (2018). *Données par défaut : Méthodes et interprétation—Document d'orientation relatif à l'élaboration des rapports à la CNULCD en 2018*. CNULCD.
- Conservation international. (2023). *Trends.Earth—Guide de l'utilisateur*.
- Cowie, A. L., Orr, B. J., Castillo Sanchez, V. M., Chasek, P., Crossman, N. D., Erlewein, A., Louwagie, G., Maron, M., Metternicht, G. I., Minelli, S., Tengberg, A. E., Walter, S., & Welton, S. (2018). Land in balance : The scientific conceptual framework for Land Degradation Neutrality. *Environmental Science & Policy*, 79, 25-35. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.10.011>
- Dardel, C., Kergoat, L., Hiernaux, P., Mougin, E., Grippa, M., & Tucker, C. J. (2014). Re-greening Sahel : 30years of remote sensing data and field observations (Mali, Niger). *Remote Sensing of Environment*, 140, 350-364. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.09.011>
- Descroix, L., Diongue Niang, A., Panthou, G., Bodian, A., Sané, Y., Dacosta, H., Malam Abdou, M., Vandervaere, J. P., & Quantin, G. (2015). Evolution récente de la pluviométrie en Afrique de l'Ouest à travers deux régions : La Sénégalie et Bassin du Niger Moyen. *Climatologie*, 12, 25-43.
- Descroix, L. (2021). *Sécheresse, désertification et reverdissement au Sahel*.

Djadjji, B., Abba, B., Malam Abdou, M., & Badamassi Malam Abdou, M. (2023). Dynamique des saisons pluviométriques et pratiques culturelles dans la Commune Rurale de Bouné (Département de Gouré, Niger). *Revue des Sciences de l'Environnement*, 4(1), 1-17.

Djadjji, B., Abba, B., Ibrahim Yahaya, Salissou, & Bouzou Moussa, Ibrahim. (2025). Evaluation par la télédétection des risques de la désertification à l'échelle locale : Cas de la Commune Rurale de Bouné (Sud-est Niger). *Environnement et Dynamique des Sociétés (EDS)*, (012), 580-591.

Fensholt, R., Rasmussen, K., Kaspersen, P., Huber, S., Horion, S., & Swinnen, E. (2013). Assessing Land Degradation/Recovery in the African Sahel from Long-Term Earth Observation Based Primary Productivity and Precipitation Relationships. *Remote Sensing*, 5(2), 664-686. <https://doi.org/10.3390/rs5020664>

Gonzalez, M., Zvoleff, A., Noon, M., Liniger, H., Fleiner, R., Harari, N., & Garcia, C. (2019). Synergizing global tools to monitor progress towards land degradation neutrality : Trends.Earth and the World Overview of Conservation Approaches and Technologies sustainable land management database. *Environmental Science & Policy*, 93, 34-42. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.12.019>

Greigert, J., & Pougnet, R. (1965). *Carte géologique du Niger au 1/2 000 000* [Géologique].

Ibrahim Ibro, Y., Amadou Boukary, M. B., & Malam Abdou, M. (2026). Des cuvettes productives aux cuvettes inondées : Conséquences socioéconomiques des inondations dans les cuvettes oasiennes de Kojémeri au Niger. *International Journal of Advanced Research*, 14(07), 233-245.

INS. (2012). *4ème recensement général de la population et de l'habitat 2012*.

Ivits, E., & Cherlet, M. (2013). *Land-productivity dynamics towards integrated assessment of land degradation at global scales*. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2788/59315>

Jahel, C., & Lambin, E. F. (2025). Reversing degradation of social–ecological systems : Explaining the outcomes of interventions in Africa. *Sustainability Science*, 20(2), 439-468. <https://doi.org/10.1007/s11625-024-01568-5>

Kapović Solomun, M., Barger, N., Cerda, A., Keesstra, S., & Marković, M. (2018). Assessing land condition as a first step to achieving land degradation neutrality : A case study of the Republic of Srpska. *Environmental Science & Policy*, 90, 19-27. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.09.014>

Karimoune, S., Ozer, A., & Erpicum, M. (1990). Les modelés éoliens de la région de Zinder (Niger méridional), étude de photogéomorphologie, note préliminaire. *Télédétection et Sécheresse*, 145-161.

Mai Moussa Chetima, M., Lawandi, K., Amadou Issoufou, A., Abdou Habou, M. K., Habou, R., & Mahamane, A. (2026). *Dynamique de l'occupation des sols de la région de Diffa : Cas des communes de Diffa, Chétimari et Mainé-Soroa (Sud-Est du Niger)*. <https://doi.org/10.35759/JABs.217.2>

Mariano Gonzalez, R., Yengoh, G., Monica, N., Lennart, O., Tristan, S., Anna, T., & Alex, Z. (2017). *Outil de suivi de la dégradation des terres—Guide -*. Conservation internationale.

Molla, A., Ren, Y., Zuo, S., Hussain, I., & Mekonnen, Y. G. (2026). Land degradation neutrality in Asia : Progress in preventing and reversing land degradation by 2030. *Global Environmental Change*, 98, 103153. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2026.103153>

Moussa Ibrahim, B., Moussa, M. A., Aghali, I. W., Abdoulaye, B. N.-A., Mahamadou, B. I., Ibrahim, M., Luc, D., Eric, L. B., & Jean-Pierre, V. (2020). Dynamique Hydro-Erosive Actuelle Des Bassins Versants Endoreiques De La Region De Niamey (Sud-Ouest Du Niger). *European Scientific Journal*, 16. <https://doi.org/10.19044/esj.2020.v16n33p149>

OSS. (2024). *Terres d'Afrique : La dégradation et l'impératif de la gestion durable*. www.oss-online.org

Peprah, M. S., Odoom, A., & Mwin, M. A. (2025). Land Degradation Neutrality for Africa – A Case of Niger Republic. *International Journal of Earth Sciences Knowledge and Applications*, 7(1), Article 1. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15341837>

Prince, S. D. (2019). Challenges for remote sensing of the Sustainable Development Goal SDG 15.3.1 productivity indicator. *Remote Sensing of Environment*, 234, 111428. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111428>

Rotllan-Puig, X., Ivits, E., & Cherlet, M. (2021). LPDynR : A new tool to calculate the land productivity dynamics indicator. *Ecological Indicators*, 133, 108386. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108386>

Schillaci, C., Jones, A., Vieira, D., Munafò, M., & Montanarella, L. (2023). Evaluation of the United Nations Sustainable Development Goal 15.3.1 indicator of land degradation in the European Union. *Land Degradation & Development*, 34(1), 250-268. <https://doi.org/10.1002/ldr.4457>

Shen, T., Li, X., Chen, Y., Cui, Y., Lu, Q., Jia, X., & Chen, J. (2023). HiLPD-GEE : High spatial resolution land productivity dynamics calculation tool using Landsat and MODIS data. *International Journal of Digital Earth*, 16(1), 671-690. <https://doi.org/10.1080/17538947.2023.2179675>

Solly, B., Dieye, E. H. B., Sy, O., Jarju, A. M., & Sane, T. (2021). Détection des zones de dégradation et de régénération de la couverture végétale dans le sud du Sénégal à travers l'analyse des tendances de séries temporelles

MODIS NDVI et des changements d'occupation des sols à partir d'images Landsat. *Revue Française de Photogrammétrie et Télédétection*, 223(numéro Spécial Afrique), 15.

Thomas, A., Bentley, L., Feeney, C., Lofts, S., Robb, C., Rowe, E. C., Thomson, A., Warren-Thomas, E., & Emmett, B. (2023). Land degradation neutrality : Testing the indicator in a temperate agricultural landscape. *Journal of Environmental Management*, 346, 118884. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118884>

Tidjani, A. A., Ozer, A., & Karimoune, S. (2009). Apports de la télédétection dans l'étude de la dynamique environnementale de la région de Tchago (nord-ouest de Gouré, Niger). *Geo-Eco-Trop: Revue Internationale de Géologie, de Géographie et d'Écologie Tropicales*, 33, 69-80.

Tong, X., Brandt, M., Hiernaux, P., Herrmann, S. M., Tian, F., Prishchepov, A. V., & Fensholt, R. (2017). Revisiting the coupling between NDVI trends and cropland changes in the Sahel drylands : A case study in western Niger. *Remote Sensing of Environment*, 191, 286-296. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.01.030>

Yabo, I. A., Pereira, L. F., Siqueira, R. G., Imbaná, R., Pinheiro, A. X., de Angeli Oliveira, I., Schaefer, C. E. G. R., & Fernandes-Filho, E. I. (2025). Climate Change and Human Activities : Their Roles in Shaping Land Productivity in Northern Nigeria. *Land Degradation & Development*, 36(1), 73-89. <https://doi.org/10.1002/ldr.5345>

Yacouba, B. K., Wang, Z., & Boubacar, Y. (2016). Land-Use and Land-Cover Change in the Sahel Area of Keita Valley, Republic of Niger. *Journal of Environmental Protection*, 7(4), Article 4. <https://doi.org/10.4236/jep.2016.74050>