Available online at http://www.journalcra.com

INTERNATIONAL JOURNAL OF CURRENT RESEARCH

International Journal of Current Research
Vol. 18, Issue, 10, pp.38405-38413, October, 2026
DOI: https://doi.org/10.24941/ijcr.50993.10.2026

ISSN: 0975-833X

RESEARCH ARTICLE

DYNAMIQUE SPATIO-TEMPORELLE DE L'OCCUPATION DES TERRES DANS LE PAYSAGE URBAIN ET PÉRIURBAIN DE NIAMEY (NIGER) DE 2000 À 2025

ALZOUMA SANDA Ramatou, DOUMA Soumana, SOUMANA Boubacar, GARBA BOULAMINE Mounkaila, NOUHOU MOSSI Oumoul-kaïrou

Faculté d'Agronomie de l'Université Abdou Moumouni de Niamey (Niger)

ARTICLE INFO

Article History:
Received 04th July, 2026
Received in revised form
16th August, 2026
Accepted 20th September, 2026
Published online 30th October, 2026

Key words:
Dynamique ; Spatio-temporelle ; Urbanisation, Paysage ; Niamey

***Corresponding author:**
ALZOUMA SANDA Ramatou

ABSTRACT

Depuis des décennies, la croissance démographique, l'étalement urbain et l'augmentation des besoins en logements et en infrastructures ont profondément modifié l'organisation spatiale de la capitale nigérienne et de sa périphérie. Cette étude analyse la dynamique spatio-temporelle de l'occupation des terres dans le paysage urbain et périurbain de Niamey entre 2000 et 2025. La méthodologie utilisée repose sur l'exploitation des images satellitaires acquises en 2000 et 2025, des systèmes d'information géographique (SIG), aux techniques de télédétection et aux matrices de transition. L'évolution de la couverture a été évaluée à partir de l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI). Les résultats révèlent une forte persistance des classes d'occupation du sol avec 72,02 % des surfaces demeurant dans leur classe initiale. Toutefois, une recomposition du paysage marquée par une augmentation des terrains rocheux de 17,22% à 17,80% et du bâti de 3,07% à 11,34% est observée. Tandis que, les surfaces agricoles diminuent de 43,53% à 35,13% entre 2000 et 2025. La variation du NDVI montre que 43,97% de la superficie reste stable, 34,07% connait une régression et 21,96% une progression. La régression dépasse ainsi la progression de 12,12% traduisant une tendance globale à la diminution de la couverture végétale. Ces résultats mettent en évidence une recomposition progressive du territoire caractérisé par la persistance de certaines unités d'occupation du sol, l'extension des surfaces bâties et minérales et une régression localisée du couvert végétal.

Copyright©2026, ALZOUMA SANDA Ramatou et al. *This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.*

Citation : ALZOUMA SANDA Ramatou, DOUMA Soumana, SOUMANA Boubacar, GARBA BOULAMINE *Mounkaila, NOUHOU MOSSI Oumoul-kaïrou,* 2026. "*Dynamique spatio-temporelle de l'occupation des terres dans le paysage urbain et périurbain de Niamey (Niger) de 2000 à 2025". International Journal of Current Research*, 18, (10), 38405-38413.

INTRODUCTION

L'urbanisation constitue l'un des principaux processus de transformation des territoires contemporains (OECD *et al*., 2025 ; UN-Habitat, 2022 ; Word Bank, 2013). En Afrique, la dynamique urbaine est le résultat d'une croissance démographique rapide et une extension spatiale des agglomérations (Xu *et al*., 2019). Cette dynamique est particulièrement marquée dans les villes sahéliennes où l'expansion urbaine intervient dans les environnements caractérisés par une forte variabilité climatique (GEIC, 2022), une disponibilité limitée des ressources naturelles et une forte pression sur les ressources foncières (UN-Habitat, 2022). L'extension des espaces bâtis entraine ainsi une recomposition progressive des espaces situés à l'interface entre ville et campagne (Forget *et al*., 2021 ; Simon *et al*., 2004) à travers la conversion des terres agricoles, des formations végétales, des sols nus et des espaces ouverts en surfaces artificialisées (Seto *et al*., 2012). Les espaces périurbains constituent dans ce contexte des territoires particulièrement dynamiques. Ils concentrent une diversité de fonctions résidentielles, agricoles, économiques et environnementales (OECD *et al*., 2025 ; Simon *et al*., 2004). Ils constituent également des réserves foncières destinées à l'extension des agglomérations. Les transformations des espaces périurbains résultent de l'interaction entre croissance démographique, développement des infrastructures et disponibilité des ressources. Niamey constitue un cas particulièrement pertinent pour l'étude des transformations des espaces périurbains dans le contexte sahélien. La ville connait depuis plusieurs décennies une croissance démographique et spatiale soutenue (Badamassi *et al*., 2018). Son extension s'effectue progressivement au-delà du noyau urbain historique et concerne de plus en plus les espaces périphériques (Salamatou *et al*., 2015). Cette dynamique se traduit par la densification du tissu urbain, la création de nouveaux quartiers et la conversion progressives des espaces non bâtis. Des études récentes (Nasser & Adam, 2024), montrent notamment une forte progression des surfaces bâties parallèlement à une diminution des terres cultivées. Les auteurs identifient la croissance démographique et l'urbanisation comme les principaux moteurs de la transformation du paysage urbain et périurbain de Niamey. Au-delà des enjeux fonciers et socio-

économiques, les changements d'occupation des terres présentent également des implications environnementales importantes (Foley *et al*., 2005 ; Newbold *et al*., 2015). La conversion des espaces végétalisées, agricoles et non bâtis en surfaces artérialisées peut entrainer une réduction des habitats naturelles, une fragmentation des espaces naturels une diminution de la biomasse et une diminution de la fonction écologique du territoire (McDonald *et al*., 2019 ; Ren *et al*., 2022). A l'échelle mondiale Seto *et al*., (2012) montrent que l'expansion urbaine constitue une menace importante pour la biodiversité et les stocks de carbone en raison de la conversion directe des terres (Li *et al*., 2022). Dans les environnements sahéliens, ces transformations peuvent être particulièrement préoccupantes en raison de la fragilité des écosystèmes et de leur forte sensibilité aux contraintes climatiques et anthropiques. L'étude de la dynamique de l'occupation des terres entre 2000-2025 a permis d'apporter une lecture récente et intégrée des transformations du paysages urbain et périurbain de Niamey. Elle ne vise pas uniquement à mesurer l'extension spatiale du bâti, mais à analyser l'évolution conjointe des différentes catégories d'occupation des terres et des conversions qui les relient. Cette approche permet d'identifier les catégories ayant enregistrés les gains ou les pertes les plus importants, de déterminer les principales trajectoires de conversion et de mettre en évidence les périodes au cours desquelles les transformations ont été les plus importantes. Le présent article a pour objectifs de quantifier l'évolution spatiale des différentes catégories d'occupation des terres, d'identifier les principales conversions et de caractériser l'évolution spatiale des transformations du paysage urbain et périurbain au cours de la période d'étude. Cette analyse vise à contribuer à une meilleure compréhension des processus de recomposition territoriale à l'œuvre, à fournir des éléments scientifiques utiles à la planification urbaine, à la gestion des espaces agricoles et à la préservation des fonctions environnementales du territoire.

MATERIELS ET METHODES

Matériels

Localisation et choix de la zone d'étude : La zone d'étude concerne les cinq (5) Arrondissements Communaux de Niamey et sa périphérie qui correspond à la ville de Niamey définie par sa limite administrative et un rayon de 15 Km autour de cette limite (Figure 1). Les 15 Km autour de Niamey font parties des communes de : Karma, Hamdallaye, N'dounga, Liboré, Youri, Bitinkodji et Namaro (Région de Tillabéry). Le choix de cette zone a été fait en fonction : de la dynamique importante de la ville de Niamey, de l'écosystème autour de la ville qui est caractéristique d'une zone de transition et des fortes interactions entre l'habitat, l'industrie, l'agriculture et l'élevage dans cette zone. La zone couvre une superficie d'environ 2843 Km² et est située entre 13°15'0" et 14°0'0" de Latitude Nord et 1°45'0" et 2°30'0" de Longitude Est (Figure 1).

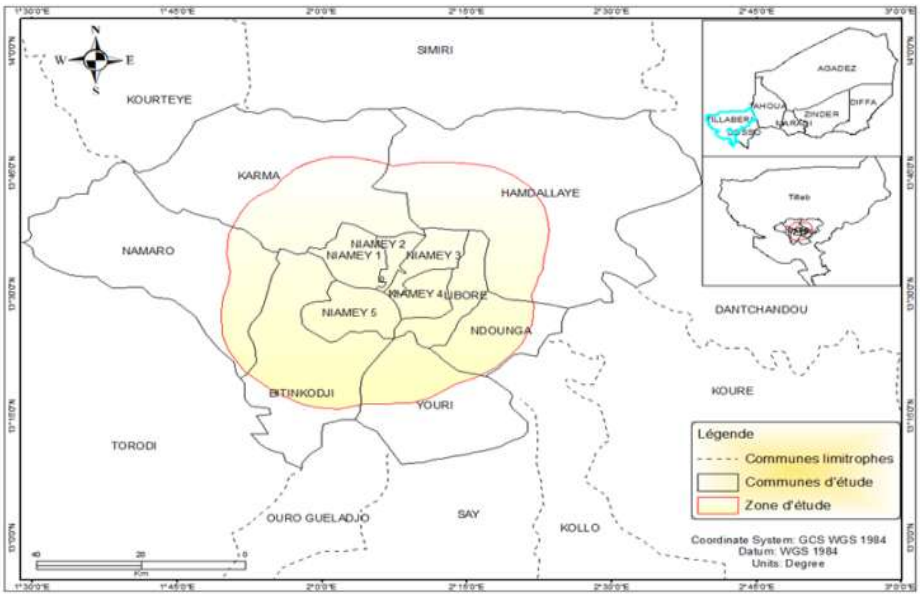


Figure 1. Carte de localisation de la zone d'étude

La zone urbain et périurbaine de Niamey révèle d'un climat sahélien semi-aride caractérisé par une longue saison sèche qui s'étend d'octobre à mai et une courte saison pluvieuse allant de juin à septembre. Elle se caractérise principalement par une forte irrégularité interannuelle avec une moyenne d'environ 532 mm/an sur les trente dernières années. Les température moyennes annuelles oscillent approximativement entre 20,0° C et 32,2°C. La végétation de la zone d'étude est constituée principalement de formation herbacées, arbustives et arborées plus ou moins ouvertes. Elle a une distribution fortement corrélée par les conditions climatiques, les caractéristiques des sols, la disponibilité en eau et les activités anthropiques.

Données et outils de traitement utilisés : Pour identifier et cartographier les différents types d'occupation de sol, des images Landsat de 2000 et 2025 ont été téléchargés sur le site USGS : https://earthexplorer.usgs.gov. Les images sont issues des capteurs ETM+ (Enhanced ThematicMapperet OLI/TIRS (Operational Land Imager/Thermal Infrared Sensor (Tableau 1). Le choix de la période repose sur le développement important de la ville de Niamey à partir des années 2000 du fait de l'exode rural (INS, 2012) mais également de la disponibilité, et l'accessibilités des images Landsat de cette période. Le traitement et l'analyse des images ont été réalisés à l'aide de Arcgis Pro et QGIS et le tableur Excel pour la préparation graphique des résultats.

Tableau 1. Caractéristiques des imagesLandsat

Années	Scènes	Capteurs	Date	Résolution	Bandes	Domaine/spectrale	Longueur d'onde (µm)
2000	Path : 192 Row : 051	ETM	2000/11/20	30 m	4	Proche Infrarouge	0,77-0,90
					3	Rouge visible	0,63-0,69
					2	Vert visible	0,52-0,60
2025	Path : 192 Row : 050	OLI/TIRS	2025/11/15	30 m	5	Proche Infrarouge	0,85-0,88
					4	Rouge visible	0,64-0,67
					3	Vert visible	0,53-0,59

Méthodes

Méthode de traitement d'images et cartographie : Apres l'acquisition des images Landsat de dimensions approximatives de 185KM X 185KM, définies sous la projection UTM (Universal Transverse Mercator), Zone 31N (Niamey) couvrant la zone d'étude et au-delà, une analyse préliminaire des images a été effectué. Cette analyse en combinaison avec des observations sur le terrain a permis d'identifier les différentes unités d'occupation de sol, d'évaluer la qualité des données et de sélectionner les traitements les plus appropriés. Cette étape a permis d'orienter les opérations de traitement ; de classification et de détection des changements. Le traitement d'image à consister en premier lieu à l'élaboration d'images multispectrales ou composition fausse couleurs RVG (Rouge-Vert-Bleu). Ce qui correspond aux combinaison 4-3-2 pour les images TM et ETM et une combinaison de 5-4-3 pour les images OLI/TIRS. La composition fausse couleur consiste à attribuer des couleurs visibles (rouge, vert, bleu) à des bandes qui ne correspondent pas nécessairement aux couleurs naturelles dans le but de mettre en évidence certaines types d'occupation de sol qui seraient difficile à distinguer sur une image en couleur naturelles. Cette opération vise à améliorer la discrimination visuelle des différentes unités d'occupation du sol afin de faciliter leur identification et leurs classifications. La deuxième étape a permis la réalisation d'une classification supervisée basée sur l'algorithmes le maximum de vraisemblances qui a été utilisé dans plusieurs études de la dynamique de l'occupation de sol (Kabanyegeye, 2024 ; Mavunda *et al*., 2022 ; Nguyen, 2015). Afin de de prendre en compte la diversité des signatures spectrales et d'éviter les variances et les confusions un ensemble de huit (8) classes a été définie. Il s'agit : les Surfaces Agricoles (SA) ; les Sols Nus (SN) ; les Terrains Rocheux (TR) ; la Végétation (VG) ; les Mares (M) ; les Koris (K) ; le Fleuve (FL) et le Bati (B) (Figue 2). A cause de la dynamique spatiale importante et les écarts de temps entre les images, des zones d'entrainement ont été créés pour chaque image. La troisième étape correspond aux opérations de post-classification. Cette étape consiste à analyser la classification et à apporter des corrections nécessaires pour améliorer le résultat obtenu. Cette dernière opération a permis également d'éliminer les pixels isolés et de former des ensembles plus ou moins homogènes des classes d'occupation du sol. En plus de l'occupation du sol, La couverture végétale est évaluée à partir de l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI), calculé à partir des images Landsat de 2000 et 2025. Le NDVI est obtenu à partir de la formule suivante :

$$NDVI = \frac{(\mathrm{NIR} - \mathrm{RED})}{(\mathrm{NIR} + \mathrm{RED})}$$

Où le NIR représente le proche infrarouge et RED la bande rouge (Tucker, 1979). Les valeurs du NDVI sont théoriquement compris entre -1 et 1, permettant de distinguer les surfaces faiblement ou fortement végétalisées (Huang *et al*., 2021).

Validation de la classification : Les classifications effectuées après le traitement des images ont été validées en générant la matrice de confusion pour apprécier la qualité des résultats des classifications (Kabanyegeye, 2024 ; Salomon *et al*., 2020). La matrice a été générée à l'aide d'un échantillon aléatoire stratifié de 86 points d'observations obtenus à partir du logiciel ArcGIS et vérifier à partir des images Google Earth pour l'année 2000. Cette méthode est couplée à une vérification terrain pour l'année 2025. La matrice a permis de déterminer la précision globale, la précision de l'utilisateur, la précision du producteur, pour chaque classe et le Coefficient d'association global Kappa. Pour Strahler *et al*., 2006 ; Olofsson *et al*., 2014, la matrice de confusion exprimée en pourcentage, la précision globale qui représente la proportion totale des pixels correctement classifiés par rapport au nombre total de pixels de référence, la précision de l'utilisateur qui donne la probabilité qu'un pixel classé dans une catégorie donnée appartient réellement à cette catégorie sur le terrain, la précision du producteur représentant la probabilité qu'un pixel de référence soit correctement classé permettent d'évaluation la précision des cartes de changement. Il déconseille l'utilisation du Coefficient de Kappa à cause de la forte corrélation entre le Kappa et la précision globale et son absence d'utilité pratique. Le kappa peut présenter un comportement contradictoire, une classification objectivement moins performante peut obtenir un score de Kappa élevé (Delgado & Tibau, 2019). Pour Congalton, (1991) par contre, le coefficient de Kappa est particulièrement puissant pour comparer statistiquement deux matrices afin de déterminer si une méthode de classification est significativement meilleure qu'une autre. Pour mieux évaluer une classification, le Coefficient de Corrélation de Mathiew et plus performance car il évalue de manière plus cohérente les données issues de la matrice de confusion (Chicco *et al*., 2021 ; Delgado & Tibau, 2019 ; Matthews, 1975). Pour cette étude, en plus de la précision globale (PG), de la précision de l'utilisateur et du producteur, du coefficient de Kappa (K) obtenues à partir de la matrice de confusion, le Coefficient de Corrélation de Mathiews (MCC) est également analysé pour mieux apprécier la qualité de la classification. Le Coefficient de Kappa ou statistique de Cohen, permet d'évaluer la qualité d'une classification. Elle mesure le degré de concordance entre les classes issues de la classification et les données de référence après correction de l'accord dû au hasard. Il varie entre -1 et 1(Cohen, 1960). Une valeur inférieure à 0,4 représente une association faible, une valeur située entre 0,4 et 0,8 représente une association modérée et une valeur de Kappa supérieure à 0,8 représente une forte association entre le résultat de l'algorithme de classification et la référence (Landis & Koch, 1977). Le Coefficient de Corrélation de Mathiews (MCC) est une mesure statistique proposée par Matthews, (1975) pour évaluer la qualité d'une classification. Contrairement au Coefficient de Kappa, le MCC prend simultanément en compte les vrais positifs, les vrais négatifs, les faux positifs, les faux négatifs. Il varie entre -1 et 1 et est considéré comme l'un des indicateurs les plus fiables pour mesurer la performance d'une classification notamment lorsque les classes son déséquilibrées (Chicco & Jurman, 2023).

Méthode d'analyse des résultats : L'analyse des résultats est faite à partir de la matrice de transition de l'occupation et par comparaison des valeurs du NDVI. La matrice de transition a permis d'identifier et de décrire de manière condensée les changements d'état des classes et d'analyser les conversions des unités d'occupation de sol pendant une période données (Oloukoi & Mama, 2006 ; Salomon *et al*., 2020). Le nombre de colonnes de la matrice représente le nombre de catégorie d'occupation des terres au T2, le nombre de ligne de la matrice correspond au nombre de catégories d'occupation des terres au temps T1 et la diagonale représente les surfaces qui sont stables dans la même classe entre le temps T1 et T2. La matrice présente les transitions en pourcentage entre les classes ou unités d'occupation du sol au temps T1 et T2. Pour cette étude, la matrice de transition est obtenue en croisant les résultats des cartes d'occupation du sol de 2000 et 2025 sur le logiciel Qgis. L'intersection entre les dates donne les mutations spatiales des classes sur la périodes temporelles 2000-2025. Pour l'Indice de Végétation par Différence Normalisée (NDVI) les valeurs moyennes et les superficies correspondant aux différents niveaux de végétation ont été déterminées pour chaque année. Une analyse diachronique (carte de changement) a ensuite été réalisée par comparaison des valeurs de NDVI entre les différentes dates afin d'identifier les secteurs caractérisés par une augmentation, une diminution ou une relative stabilité de la couverture végétale. Cette analyse permet ainsi d'apprécier l'évolution spatiale de la végétation et de mettre en évidence les changements associés à la dynamique de l'occupation du sol et l'expansion urbaine.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Résultats

Précision de la classification : Les résultats issus de la synthèse des matrices de confusion réalisées à partir des cartes d'occupations du sol (Figure 2) pour évaluer la fiabilité des classifications à l'aide des indicateurs de performance tels que : la précision globale, la précision de l'utilisateur, la précision du producteur, le coefficient de Kappa, et le coefficient de corrélation de Mathiews, sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2 : **Précision des classifications des images Landsat de 2000 et 2025 (en %)**

Indices	2000	2025
Précision globale (PG)	0,89	0,95
Précision de l'utilisateur (UA)	0,87	0,93
Précision du producteur (PA)	0,87	0,93
Coefficient de Kappa (K)	0,90	0,92
Coefficient de Corrélation de Mathiews (MCC)	0,86	0,91

Le tableau met en évidence une bonne qualité des classifications réalisées sur les images Landsat de 2000et 2025. En effet, la précision globale demeure élevée pour l'ensemble des années avec une évolution favorable allant de 0,89 en 2000 à 0,95 en 2025 ce qui traduit une amélioration progressive de la fiabilité des classifications au cours de la période étudiée (Tableau 2). Cela indique également que la majorité des pixels ont été correctement classés. Par ailleurs, les précisions de l'utilisateur et du producteur présentent des valeurs également satisfaisantes oscillants entre 0,87 en 2000 à 0,93 en 2025 (Tableau 2). Ces résultats indiquent que les erreurs de commission et d'omission restent limitées. Quant au Coefficient de Kappa, il est compris entre 0,89 et 0,92 cela indique une forte concordance entre les classes cartographiées et les données de référence au-delà de ce qui pourrait être obtenu par le seul effet du hasard. De même le Coefficient de Corrélation de Mathews (MCC) qui varie de 0,86 à 0,91 confirme la solidité statistique des classification obtenues. Dans l'ensemble, les indicateurs analysés traduisent une fiabilité élevée des résultats, permettant d'utiliser les cartes produites (Figure 2) pour l'analyse spatio-temporelle de l'occupation du sol dans le paysage urbain et périurbain de Niamey. Malgré une légère fluctuation pour certains indicateurs, la qualité générale des classifications reste très satisfaisante et adapté à un usage scientifique et cartographique.

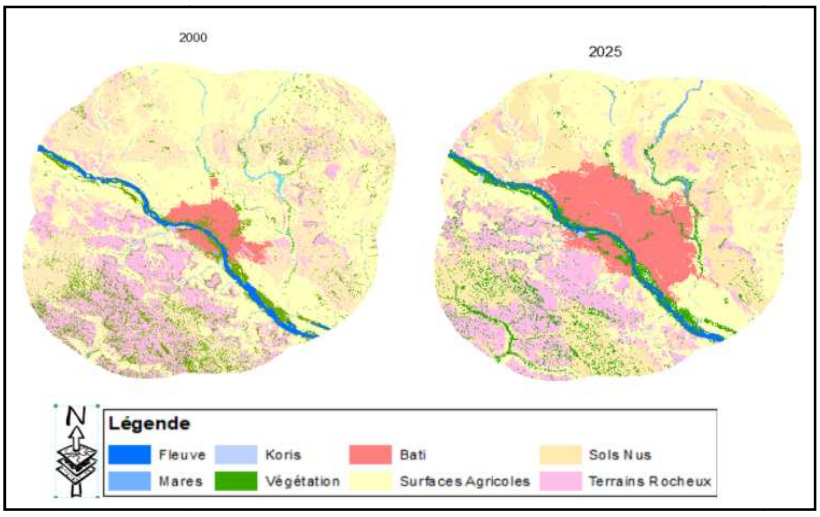


Figure 2 : Cartes d'occupation du sol de la zone urbaine et périurbaine de Niamey de 2000 et 2025

Analyse des résultats de l'occupation du sol

Dynamique des classes d'occupation du sol : L'analyse de la dynamique de l'occupation du sol consiste à étudier les transformations de la couverture et de l'utilisation des terres au cours du temps. La figure ci-dessous présente l'évolution des superficies des classes d'occupation du sol en 2000 et 2025, exprimées en hectares (ha).

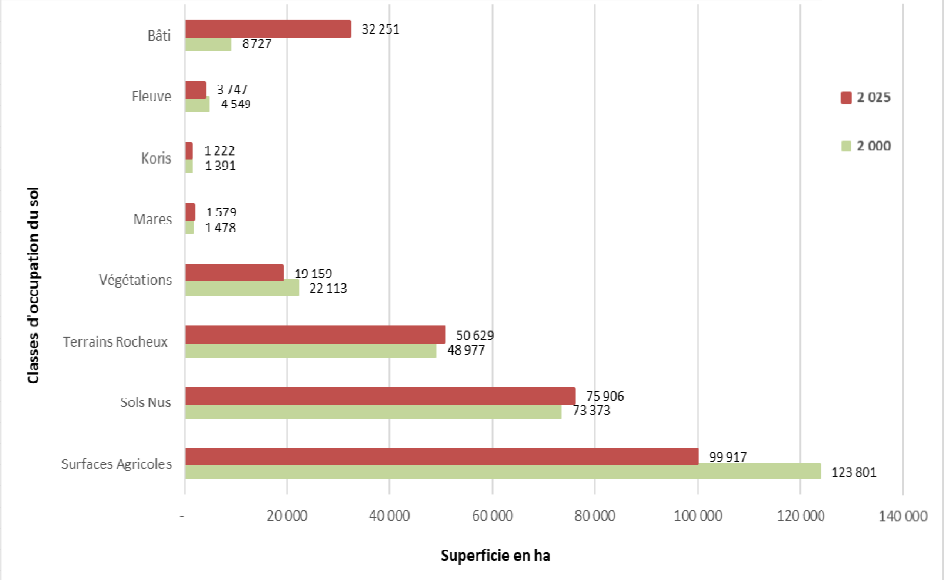


Figure 3. Les unités d'occupation du sol en 2000 et 2025

Cette figure, met en évidence une transformation importante de la structure spatiale du territoire au cours de la période d'étude. L'analyse diachronique des superficies montre une transformation profonde de la structure de l'occupation du sol. Cette dynamique est principalement caractérisée par une forte régression des surfaces agricoles et une expansion importante des zones bâtis. En effet, les surfaces agricoles passent de 123801 ha à 99917 ha soit une perte de 23884 ha, tandis que les espaces bâtis augmentent de 23524 ha en passant de 8727 ha à 32251 ha (Figue3).

La quasi-correspondance entre les pertes des surfaces agricoles et les gains des espaces bâtis suggère que les terres agricoles constituent une importante réserve foncière mobilisée par l'expansion urbaine. Cette tendance est particulièrement significative dans le contexte périurbain de Niamey, où l'extension du tissu urbain s'effectue progressivement aux dépens des espaces agricoles et végétalisés. Parallèlement, la diminution de la végétation de 2954 ha traduit une pression croissante sur les espaces périurbains. Les sols nus et les terrains rocheux présentent quant à eux une légère progression, témoignant d'une recomposition des surfaces minérales. Dans l'ensemble ces résultats mettent en évidence une artificialisation et une recomposition du paysage urbain et périurbain marqué par le recul des fonction agricoles et écologiques au profit des usages urbains.

Les résultats de la matrice de transition 2000-2025 et des taux moyens d'expansion des classes, mettent en évidence une structure spatiale dominée par trois classes majeures à savoir les surfaces agricoles, les sols nus et les terrains rocheux. Ces trois classes concentrent l'essentiel des surfaces observées au cours de la période d'étude. Ces classes passent respectivement de 43,53% ; 25,80% et 17,22% en 2000 à 35,13% ; 26,69% et 17,80% en 2025.

Cette prédominance traduit une organisation de l'espace fortement marquée par les activités agropastorales, les surfaces dénudées et les unités géomorphologiques rocheuses, qui constituent les principaux fondements du paysage (Figue3). La classe bâtie occupe une place prépondérante. Elle passe de 3,07% en 2000 à 11,34% en 2025 soit une augmentation nette de 8,27%. La végétation connait une régression continue sur les vingt-cinq ans. Sa superficie diminue de 7,77% à 6,74% soit une perte de 1,03% et seulement 3,32% de la superficie reste végétalisé pendant la période (Tableau 3). Cette classe possède un taux de stabilité d'environ 43%, la plus faible parmi les principales classes terrestres.

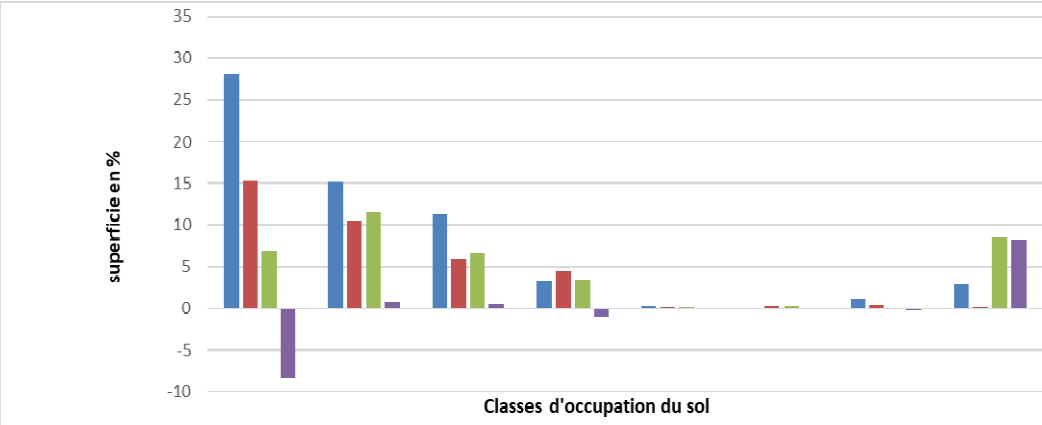
La diminution de la végétation traduit une dégradation continue du couvert végétal sous l'effet combiné des activités anthropiques et des facteurs climatiques. Les classes hydrologiques occupent une faible proportion du territoire et présentent des variations relativement limitées. Ces classes montrent des changements nets faibles mais significatifs pour la gestion des risques. La superficie de la classe kori diminue légèrement mais sa persistance est la plus faible (23,5%).

Cela indique une instabilité morphologique des cours d'eaux temporaires, souvent obstrués par l'urbanisation informelle ou par les crues successives, augmentant ainsi la vulnérabilité des zones d'habitations environnantes. Ces résultats montrent que la dynamique récente de l'occupation du sol n'est plus uniquement gouvernée par les échanges entre les unités naturelles ou agricoles, mais qu'elle est désormais fortement dominée par l'expansion urbaine. Cette évolution traduit l'influence croissante de la croissance démographique, de l'étalement spatiale de la ville de Niamey et des mutations socio-économiques sur l'organisation du territoire.

Tableau 3 : Matrice de transition des unités d'occupation du sol de 2000 à 2025

	SA	SN	TR	VG	M	K	FL	B	Total
SA	**28,19**	5,90	1,08	1,37	0,17	0,25	0,05	6,51	**43,53**
SN	5,00	**15,22**	3,97	0,60	0,01	0,01	0,00	0,98	**25,80**
TR	0,78	4,01	**11,25**	0,80	0,00	0,00	0,00	0,38	**17,22**
VG	0,88	1,50	1,47	**3,32**	0,02	0,02	0,08	0,48	**7,77**
M	0,06	0,00	0,00	0,08	**0,35**	0,00	0,00	0,03	**0,52**
K	0,19	0,06	0,01	0,02	0,02	**0,12**	0,01	0,07	**0,51**
FL	0,02	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	**1,17**	0,00	**1,60**
B	0,01	0,00	0,00	0,15	0,00	0,01	0,01	**2,88**	**3,07**
Total	**35,13**	**26,69**	**17,80**	**6,74**	**0,57**	**0,43**	**1,32**	**11,34**	**100,0**

Mutation des classes d'occupation du sol : La figure ci-dessous (Figue 4), illustre la dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol en vingt-cinq (25) ans en décomposant les changements selon quatre (4) indicateurs : la stabilité (persistance), les pertes, les gains et la variation nette. Il permet également de caractériser l'intensité et le sens des transformations paysagères. L'analyse des résultats met en évidence une recomposition importante du paysage entre 2000 et 2025. Les surfaces agricoles constituent la classe ayant enregistré les pertes les plus importantes soit 15,34%, largement supérieures à ses gains soit 6,94% ce qui traduit une variation nette de -8,46%. A l'inverse, les habitations présentent la dynamique d'expansion la plus marquée, avec un gain de 8,46% pour seulement 0,19% de pertes, soit une variation nette de +8,46%. Cette croissance repose quasi exclusivement sur la conversion des surfaces agricoles qui ont contribuées à hauteurs de 6,51% à l'expansion urbaine, représentant près de 77% des gains en zone d'habitation. L'opposition entre la régression des surfaces agricoles et l'expansion des espaces bâtis traduit un processus d'artificialisation et d'urbanisation progressive des espaces périurbains. Les sols nus et les terrains rocheux présentent quant à eux des gains et des pertes relativement élevés mais proches, indiquant une forte mobilité de ces classes malgré une variation nette limitée. La végétation connait une diminution nette de 1,03%, révélant une régression du couvert végétal. Les classes hydrologiques restent globalement stables et présentent des variations nettes faibles. Dans l'ensemble, le graphique révèle donc une transformation paysagère dominée par la conversion des espaces agricoles et végétalisés vers des usages anthropiques, particulièrement l'habitat, tandis que les sols nus et les terrains rocheux participant à une dynamique de recomposition interne du paysage.



	SA	SN	TR	VG	PE	K	FL	B
Stable (%)	28,19	15,22	11,25	3,32	0,35	0,12	1,17	2,88
Perte (%)	15,34	10,58	5,97	4,45	0,17	0,39	0,43	0,19
Gain (%)	6,94	11,47	6,55	3,42	0,22	0,31	0,15	8,46
Variation nette (%)	-8,4	0,89	0,58	-1,03	0,05	-0,08	-0,28	8,27

Figure 4. Bilan des transformations spatiales des classes d'occupation du sol entre 2000 et 2025

Analyse de l'Indice de Végétation par Différence Normalisée (NDVI) : L'analyse comparative des cartes du NDVI montre une distribution spatiale hétérogène de la végétation entre 2000 et 2025 (Figure 5). En 2000, les valeurs du NDVI sont majoritairement comprise entre 0,1 et 0,25, traduisant une couverture végétale faible à modérée, caractéristique des milieux sahéliens. Les valeurs les plus élevées, comprises entre 0,25 et 0,45, sont localisé dans les secteurs présentant une couverture végétale plus importante, notamment au voisinage des plans d'eau et des espaces agricoles ou végétalisés. En 2025, la distribution spatiale des valeurs reste dominée par les niveaux faibles à modérés, mais une recomposition de la couverture végétale est perceptible dans plusieurs secteurs (Figure 5). Les faibles indices sont notamment associés aux espaces caractérisés par des sols nus et une forte artificialisation, tandis que les valeurs les plus élevées demeurent concentrées dans les secteurs végétalisés et à proximité du réseau hydrographique. Cette évolution traduit ainsi une modification spatiale de la couverture végétale au cours de la période 2000-2025, susceptible d'être liée à la dynamique de l'occupation du sol et à l'expansion urbaine.

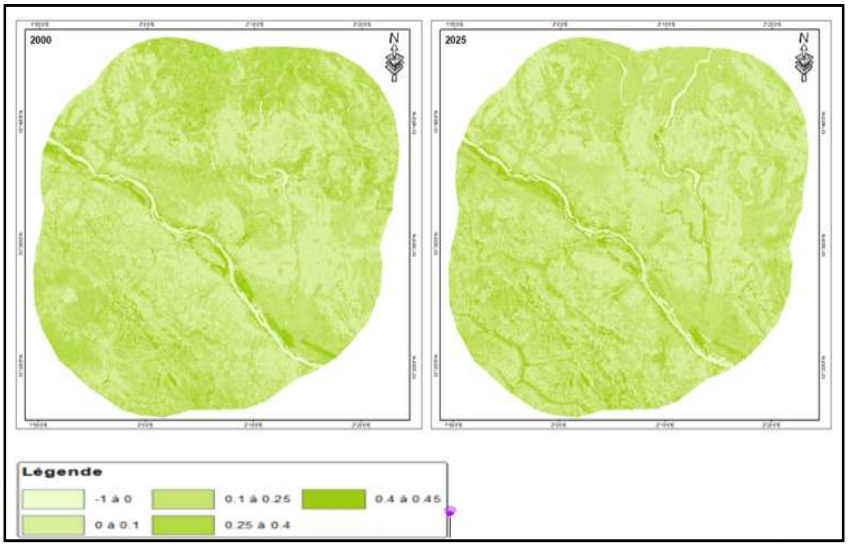


Figure 5 : Cartes de l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI) des années 2000 et 2025

Le diagramme de synthèse des superficies Figure (6b) associés à la carte de changement Figure (6a) met en évidence une dynamique spatiale contrasté de la couverture végétale. La stabilité constitue la principale classe avec 43,97% de la superficie étudiée. Elle est suivie par les secteurs en régression qui représentent 34,07% tandis que les secteurs en progression couvrent 21,96% du territoire Figure (6b). La proportion relativement élevée des secteurs stables traduit le maintien des niveaux de couverture végétale sur une partie importante du paysage au cours de la période considérée. En revanche, la régression du NDVI concerne une superficie nettement supérieure à celle de la progression, avec un écart de 12,12%. Cette différence traduit une dynamique davantage orientée vers la diminution des valeurs du NDVI.

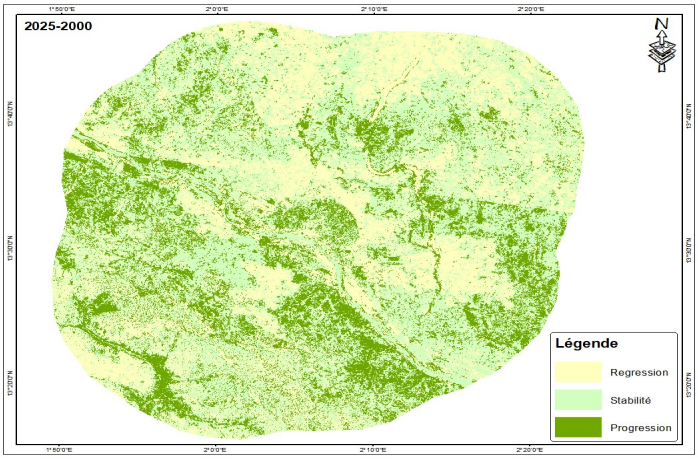


Figure (6a)

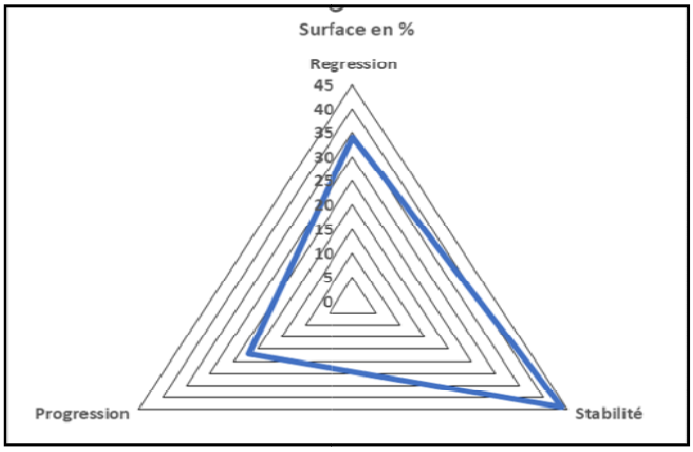


Figure (6b)

Figure 6. Carte des changements entre 2000 et 2025 (6a) et le diagramme de synthèse des superficies (6b)

Globalement ces résultats révèlent une prédominance de la stabilité, accompagnée d'une régression et d'une progression spatialement importantes. L'écart de 12,12% entre la régression et la progression traduit une évolution globalement plus favorable à la diminution des niveaux de la couverture végétale qu'à leur augmentation. Néanmoins, la différence entre les deux tendances suggère une recomposition de la couverture végétale plutôt qu'une dégradation généralisée du couvert végétal à l'échelle de l'ensemble de la zone d'étude.

DISCUSSION

Les résultats de l'analyse diachronique mettent en évidence une recomposition progressive de la zone d'étude entre 2000 et 2025 dominée par l'expansion des surfaces bâties et la régression des espaces agricoles et végétales. L'augmentation de 23524 ha du bâti constitue le changement le plus marqué et traduit une progression importante de l'artificialisation du territoire. Parallèlement, la diminution des surfaces agricoles de 23884 ha souligne la pression croissante exercée par l'urbanisation sur les espaces productifs périphériques. La matrice de transition (Tableau 3) confirme cette dynamique à travers notamment la conversion directe des surfaces agricoles en bâti (2,56%), ce qui constitue un indicateur particulièrement explicite de la consommation foncière liée à l'extension urbaine. Cependant, la transformation du paysage ne se limite pas à une opposition entre espace agricoles et surfaces bâties. Les transitions surfaces agricole, sols nus (4,36%) ; sols nus, terrain rocheux (3,66%) ; terrains rocheux, sols nus (4,01%) et

les différentes conversions de la végétation témoignent d'une recomposition plus complexe des espaces périurbains. La mise en relation de la matrice de transition de l'occupation du sol et de la dynamique du NDVI met en évidence une recomposition spatiale du paysage. Les transformations observées suggèrent une correspondance entre les changements d'occupation du sol et la dynamique du couvert végétal. Les résultats traduisent dans l'ensemble une stabilité dominante du paysage accompagnée d'une recomposition de certaines classes et d'une dynamique du couvert végétal caractérisé par une stabilité dominante mais également par une régression plus importante que la progression. Ces changements peuvent résulter de l'interaction entre urbanisation, mutations foncières, pratiques agricoles, dégradation des terres et variabilité des conditions environnementales. Cette interprétation rejoint le cadre proposé par Lambin *et al*., (2003), selon lequel les changements d'occupation du sol résultent de l'action combinée de facteurs démographiques, économiques, institutionnels et environnementaux. Les résultats obtenus sont cohérents avec les observations réalisées à Niamey par Nasser et Adam (2024) qui ont montré que l'urbanisation et la croissance démographique ont entrainé une forte augmentation des surfaces bâties et une diminution considérable des terres cultivées entre 1975 et 2020. Cette tendance rejoint également les dynamiques observées à Bamako et Ouagadougou, où l'expansion urbaine exerce une pression croissante sur les espaces agricoles et naturels. Ainsi, la transformation observée à Niamey s'inscrit dans une dynamique plus générale de périurbanisation sahélienne caractérisée par une concurrence croissante entre usages résidentiels, agricole et environnementaux. Toutefois, les travaux réalisés dans certaines villes sahéliennes montrent que la relation entre urbanisation et agriculture demeure complexe. Karg *et al*., (2020) montrent notamment qu'à Bamako et Ouagadougou, la diminution des terres agricoles dans certains secteurs peut être accompagnée d'un déplacement des cultures vers les franges urbaines. La diminution des surfaces agricoles observée dans la présente étude doit être interprétée comme une réduction de l'emprise agricole dans le périmètre étudié, et non nécessairement comme une disparition générale de l'agriculture périurbaine. Cette distinction est particulièrement importante à Niamey, où l'agriculture urbaine et périurbaine joue un rôle important dans l'alimentation et les moyens d'exitance des ménages (Graefe *et al*., 2008). La dynamique observée traduit moins une simple disparition des espaces ruraux qu'une transformation progressive de leurs fonctions et de leur organisation spatiale. Le front périurbain apparait ainsi comme un espace de concurrence foncière où se rencontrent les besoins en logements et infrastructures, les activités agricoles et les fonctions écologiques. Cette situation est comparable à celle observée dans d'autres villes ouest-africaines. A Kumasi, (Abass *et al*., 2018), ont montré que l'expansion urbaine s'accompagne d'une augmentation de 54,6% de l'espace urbain et d'une diminution de 15,6% des terres arables entre 1986 et 2016. Dans la région de Dakar, Jansen et Ndiaye, (2006) ont également montré que l'urbanisation s'accompagne d'une extension des surfaces artificielles et d'une transformation progressive des espaces agricoles et naturels périurbains. Ainsi, la dynamique du sol traduit une transition progressive d'un paysage périurbain multifonctionnel vers un paysage davantage artificialisé et soumis à une concurrence accrue entre fonctions résidentielles, productives et écologiques. Cette évolution constitue un enjeu majeur pour la durabilité socio-environnementale des écosystèmes périurbains dans la mesure où l'artificialisation des terres réduit les espaces agricoles disponibles, fragilise les continuités végétales et modifie potentiellement les fonctions hydrologiques et écologique du territoire. A l'échelle mondial, Seto *et al*., (2011) montrent que l'expansion urbaine constitue un important moteur de conversion des terres et qu'elle entraine notamment des pertes de terres agricoles et des modifications des habitats. (Seto *et al*., 2012) soulignent également que l'expansion urbaine peut affecter directement la biodiversité et les stocks de carbone par conversion des habitats naturelles. Dans l'ensemble, les résultats confirment donc que l'urbanisation constitue un moteur majeur de la transformation du paysage de Niamey, mais que cette transformation est multidimensionnelle. Elle associe artificialisation, conversion des terres agricoles, modifications des formations végétales et recomposition des états de surface. L'enjeu n'est dès lors pas uniquement de maitriser l'expansion du bâti, mais également de préserver les espaces agricoles, les formations végétales et les zones à fonctions hydrologiques et écologiques, afin de maintenir les services écosystémiques nécessaires à la résilience des villes sahéliennes.

REFERENCES

Abass, K., Adanu, S. K., & Agyemang, S. (2018). Peri-urbanisation and loss of arable land in Kumasi Metropolis in three decades: Evidence from remote sensing image analysis. *Land Use Policy*, *72*, 470-479. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.01.013

Badamassi, M. B. M., Aboudi, A. E., Tahiri, D., Taouss, A., & Gbetkom, P. G. (2018). *Étude par télédétection de la dynamique urbaine de la ville de niamey (niger) de 1985 à 2016 et variations concomitantes de la pluviométrie*.

Chicco, D., Starovoitov, V., & Jurman, G. (2021). The Benefits of the Matthews Correlation Coefficient (MCC) Over the Diagnostic Odds Ratio (DOR) in Binary Classification Assessment. *IEEE Access*, *9*, 47112-47124. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3068614

Cohen, J. (1960). A Coefficient of Agreement for Nominal Scales. *Educational and Psychological Measurement*, *20*(1), 37-46. https://doi.org/10.1177/001316446002000104

Congalton, R. G. (1991). A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. *Remote Sensing of Environment*, *37*(1), 35-46. https://doi.org/10.1016/0034-4257(91)90048-B

Delgado, R., & Tibau, X.-A. (2019). Why Cohen's Kappa should be avoided as performance measure in classification. *PLOS ONE*, *14*(9), e0222916. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222916

Diogo, R. V. C., Buerkert, A., & Schlecht, E. (2010). Horizontal nutrient fluxes and food safety in urban and peri-urban vegetable and millet cultivation of Niamey, Niger. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, *87*(1), 81-102. https://doi.org/10.1007/s10705-009-9315-2

Foley, J. A., DeFries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., Chapin, F. S., Coe, M. T., Daily, G. C., Gibbs, H. K., Helkowski, J. H., Holloway, T., Howard, E. A., Kucharik, C. J., Monfreda, C., Patz, J. A., Prentice, I. C., Ramankutty, N., & Snyder, P. K. (2005). Global Consequences of Land Use. *Science*, *309*(5734), 570-574. https://doi.org/10.1126/science.1111772

Forget, Y., Shimoni, M., Gilbert, M., & Linard, C. (2021). Mapping 20 Years of Urban Expansion in 45 Urban Areas of Sub-Saharan Africa. *Remote Sensing*, *13*(3), 525. https://doi.org/10.3390/rs13030525

GEIC. (2022). *Changement climatique 2022 : Impacts, adaptation et vulnérabilité*.

Graefe, S., Schlecht, E., & Buerkert, A. (2008). Opportunities and Challenges of Urban and Peri-Urban Agriculture in Niamey, Niger. *Outlook on Agriculture*, *37*(1), 47-56. https://doi.org/10.5367/000000008783883564

Huang, S., Tang, L., Hupy, J. P., Wang, Y., & Shao, G. (2021). A commentary review on the use of normalized difference vegetation index (NDVI) in the era of popular remote sensing. *Journal of Forestry Research*, *32*(1), 1-6. https://doi.org/10.1007/s11676-020-01155-1

Jansen, L. J. M., & Ndiaye, D. S. (2006). *Land-cover change dynamics 1978-1999 of (peri-) urban agriculture in the Dakar region*.

Kabanyegeye, H. (2024). *Analyse spatio-temporelle des dynamiques d'occupation du sol le long du gradient urbain- rural de la ville de bujumbura (republique du burundi)*.

Karg, H., Drechsel, P., Dittrich, N., & Cauchois, A. (2020). Spatial and temporal dynamics of croplands in expanding West African cities. *Urban Agriculture & Regional Food Systems*, *5*(1), e20005. https://doi.org/10.1002/uar2.20005

Lambin, E. F., Geist, H. J., & Lepers, E. (2003). Dynamics of Land-Use and Land-Cover Change in Tropical Regions. *Annual Review of Environment and Resources*, *28*(1), 205-241. https://doi.org/10.1146/annurev.energy.28.050302.105459

Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*, *33*(1), 159. https://doi.org/10.2307/2529310

Li, G., Fang, C., Li, Y., Wang, Z., Sun, S., He, S., Qi, W., Bao, C., Ma, H., Fan, Y., Feng, Y., & Liu, X. (2022). Global impacts of future urban expansion on terrestrial vertebrate diversity. *Nature Communications*, *13*(1), 1628. https://doi.org/10.1038/s41467-022-29324-2

Matthews, B. W. (1975). Comparison of the predicted and observed secondary structure of T4 phage lysozyme. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Protein Structure*, *405*(2), 442-451. https://doi.org/10.1016/0005-2795(75)90109-9

Mavunda, C. A., Kanda, M., Folega, F., Egbelou, V., Bosela, B., Drazo, N. A., Yoka, J., Dourma, M., & Akpagana, K. (2022). *Dynamique spatio-temporelle des changements d'occupation du sol sous incidence anthropique dans la ville de Kinshasa (RDC) de 2001 à 202*.

McDonald, R. I., Mansur, A. V., Ascensão, F., Colbert, M., Crossman, K., Elmqvist, T., Gonzalez, A., Güneralp, B., Haase, D., Hamann, M., Hillel, O., Huang, K., Kahnt, B., Maddox, D., Pacheco, A., Pereira, H. M., Seto, K. C., Simkin, R., Walsh, B., … Ziter, C. (2019). Research gaps in knowledge of the impact of urban growth on biodiversity. *Nature Sustainability*, *3*(1), 16-24. https://doi.org/10.1038/s41893-019-0436-6

Nasser, I. A., & Adam, E. (2024). Urbanisation in Sub-Saharan Cities and the Implications for Urban Agriculture: Evidence-Based Remote Sensing from Niamey, Niger. *Urban Science*, *8*(1), 5. https://doi.org/10.3390/urbansci8010005

Newbold, T., Hudson, L. N., Hill, S. L. L., Contu, S., Lysenko, I., Senior, R. A., Börger, L., Bennett, D. J., Choimes, A., Collen, B., Day, J., De Palma, A., Díaz, S., Echeverria-Londoño, S., Edgar, M. J., Feldman, A., Garon, M., Harrison, M. L. K., Alhusseini, T., … Purvis, A. (2015). Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. *Nature*, *520*(7545), 45-50. https://doi.org/10.1038/nature14324

Nguyen, C.-C. (2015). *Dynamique, structure et production de la végétation du Gourma (Sahel, Mali) en relation avec les sols, l'occupation des sols et les systèmes hydriques*. https://ut3-toulouseinp.hal.science/tel-05500888v1

OECD, African Development Bank, Cities Alliance, & United Cities And Local Governments Of Africa. (2025). *Africa's Urbanisation Dynamics 2025 : Planning for Urban Expansion*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/2a47845c-en

Oloukoi, J., & Mama, V. J. (2006). *Modélisation de la dynamique de l'occupation des terres dans le département des collines au bénin*.

Ren, Q., He, C., Huang, Q., Shi, P., Zhang, D., & Güneralp, B. (2022). Impacts of urban expansion on natural habitats in global drylands. *Nature Sustainability*, *5*(10), 869-878. https://doi.org/10.1038/s41893-022-00930-8

Salamatou, A. I., Abdoulaye, D., Boubacar, M. M., Abou Soufianou, S., Ali, M., & Mahamane, S. (2015). Dynamics of a third world city : Case of Niamey, Niger. *Journal of Geography and Regional Planning*, *8*(5), 120-130. https://doi.org/10.5897/JGRP2015.0491

Salomon, W., Sikuzani, Y. U., Kouakou, A. T. M., Kaleba, S. C., Barthelemy, J.-P., & Bogaert, J. (2020). *Caractérisation de la dynamique de l'occupation du sol en zone urbaine et périurbaine de la ville du Cap-Haïtien (Haïti) de 1986 à 2017*. https://doi.org/10.25518/2295-8010.1438

Seto, K. C., Fragkias, M., Güneralp, B., & Reilly, M. K. (2011). A Meta-Analysis of Global Urban Land Expansion. *PLoS ONE*, *6*(8), e23777. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0023777

Seto, K. C., Güneralp, B., & Hutyra, L. R. (2012). *Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools*.

Simon, D., McGregor, D., & Nsiah-Gyabaah, K. (2004). *The changing urban-rural interface of African cities : Definitional issues and an application to Kumasi, Ghana*.

Tucker, C. J. (1979). Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sensing of Environment*, *8*(2), 127-150. https://doi.org/10.1016/0034-4257(79)90013-0

UN-Habitat. (2022). *Envisaging the Future of Cities* [World Cities Report].

Word Bank. (2013). *Harnessing urbanization to end poverty and boost prosperity in africa*.

Xu, G., Dong, T., Cobbinah, P. B., Jiao, L., Sumari, N. S., Chai, B., & Liu, Y. (2019). Urban expansion and form changes across African cities with a global outlook : Spatiotemporal analysis of urban land densities. *Journal of Cleaner Production*, *224*, 802-810. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.276

****