AFRIGIST Journal of Land Administration and Environmental Management, 5 (1):1-17, 2025
DOI: https://doi.org/10.54222/ajlaem.2025.9cy77bx5
Accepted: December. 08, 2025

DYNAMIQUE FONCIERE DANS LE DOUBLET AVRANKOU-ADJARRA AU BENIN

Bertrand C. S. HAZOUME[1], Ismaïla TOKO IMOROU[1], MENSAH S.C. K. Gildas [1]

[1]Laboratoire de Cartographie, de Télédétection et des SIG, Ecole Doctorale Pluridisciplinaire Espaces, Cultures et Développement (EDP-ECD), Université d'Abomey-Calavi,
hazoum2@yahoo.fr; ismael_toko@yahoo.fr ; mensahseverin1985@gmail.com

RESUME

La croissance démographique et la dynamique migratoire ont entraîné une extension spatiale et une urbanisation du doublet Avrankou-Adjarra. La forte pression sur les parcelles donne lieu à une poussée de construction d'habitations changeant ainsi les fonctions de la terre. La présente recherche vise à analyser les dynamiques foncières résultant de la gestion des terres dans le doublet Avrankou-Adjarra. L'étude s'appuie sur les images SPOT 2000, 2010 et Sentinel-2A 2020, un fond topographique de 2018 et des vérifications de terrain. Ces images ont été prétraitées avec QGIS 3.22 et analysées par classification suivant les règles de décision et la méthode du plus proche voisin avec extraction d'indices spectraux comme le NDBI. Les cartes produites ont été validées par des matrices de confusion et des calculs de précision globale. Les résultats obtenus ont montré que la dynamique foncière dans le doublet s'est caractérisée par une évolution rapide des agglomérations passant de 1487,49 ha à 2777,27 ha de 2000 à 2010, soit une augmentation de 86,69 % en 10 ans. Cette évolution rapide des agglomérations s'observe également entre 2010 et 2020 avec une superficie de 2777,27 ha à 5842,99 ha, soit une augmentation de 3065,63 ha en 10 ans.

Mots-clés : Doublet Avrankou-Adjarra, dynamique foncière, urbanisation, télédétection.

ABSTRACT

Population growth and migratory dynamics have caused a spatial expansion and urbanising dynamics of the Avrankou-Adjarra doublet. The strong pressure on plots gives rise to a surge in housing construction, thus changing the functions of the land. This research aims to analyse the land dynamics resulting from land management in the Avrankou-Adjarra doublet. The study is based on SPOT 2000, 2010 and Sentinel-2A 2020 images, a topographic background from 2018 and field verifications. These images were preprocessed with QGIS 3.22 and analysed by classification following decision rules and the nearest neighbour method, with the extraction of spectral indices such as NDBI. The maps produced were validated by confusion matrices and global accuracy calculations. The results obtained showed that the land dynamics in the doublet were characterised by a rapid evolution of agglomerations going from 1,487.49 ha to 2,777.27 ha from 2000 to 2010, an increase of 86.69% in 10 years. This rapid evolution of agglomerations is observed between 2010 and 2020, with an area of 2,777.27 ha to 5,842.99 ha, an increase of 3,065.63 ha in 10 years.

Keywords: Avrankou-Adjarra doublet, land dynamics, urbanisation, Remote Sensing.

INTRODUCTION

La dynamique foncière, comprise comme l'ensemble des processus de transformation des usages, de la valeur, de la gestion et de la distribution de la terre, est aujourd'hui au cœur des mutations spatiales dans les pays en développement. Elle se manifeste, notamment dans les zones périurbaines, par l'artificialisation rapide des sols, la fragmentation des espaces agricoles, l'émergence de pratiques foncières informelles et une reconfiguration profonde des rapports sociaux liés à la terre (Seck *et al*., 2013 ; Fotso Njomo, 2021 ; Dossou-Yovo *et al*., 2022).

Dans le contexte béninois, ces dynamiques prennent une ampleur croissante sous l'effet combiné de la pression démographique, de la spéculation foncière et des limites institutionnelles en matière de planification territoriale. Les instruments comme les Plans Fonciers Ruraux (PFR), mis en place pour encadrer la gestion locale du foncier, peinent à répondre efficacement à l'accélération des mutations territoriales (Moalic, 2014 ; Tchékoté et *al*., 2015). En l'absence de contrôle strict, les territoires connaissent une urbanisation diffuse, souvent marquée par l'occupation désordonnée du sol, la perte de terres agricoles et l'augmentation des conflits fonciers.

Le doublet communal Avrankou-Adjarra, situé au sud-est du Bénin, illustre parfaitement cette situation. Il enregistre depuis deux décennies une croissance urbaine, démographique et spatiale à un rythme exponentiel, alimentée par un taux de natalité élevé et par les migrations issues d'autres localités. Cette expansion se traduit principalement par une extension des agglomérations en surface, souvent au détriment des terres agricoles et des zones naturelles. Cependant, les autorités compétentes n'ont pas toujours été en mesure d'accompagner cette croissance par des outils de planification spatiale adaptés, ce qui engendre une organisation anarchique de l'espace. C'est dans ce cadre que se pose le problème de recherche suivant : comment la dynamique foncière, impulsée par la croissance urbaine rapide dans le doublet Avrankou-Adjarra, transforme-t-elle l'organisation de l'espace ?

Dans cette perspective, la présente étude vise à analyser les mutations foncières survenues dans les communes d'Avrankou et d'Adjarra entre 2000 et 2020, à partir d'une approche méthodologique combinant données satellitaires, observations de terrain et techniques de traitement géospatiales. Elle ambitionne de dégager les tendances spatio-temporelles de l'évolution de l'occupation des terres.

MATERIEL ET METHODES

Milieu d'étude

La zone d'étude est composée des communes d'Avrankou et d'Adjarra dans le Département de l'Ouémé. Elle est située au Sud-Est du Bénin et est comprise entre 6°26'38" et 6°38'05" de latitude nord et entre 2°36'43" et 2°42'51" de longitude est. Elle couvre une superficie de 151,97 km². Elle est limitée au nord par la commune de Sakété, au sud par la commune de Sèmè-Podji, au sud-ouest par la commune de Porto-Novo, à l'est par la République Fédérale du Nigeria et à l'ouest par les communes de Porto-Novo et d'Akpro-Missérété (Figure 1).

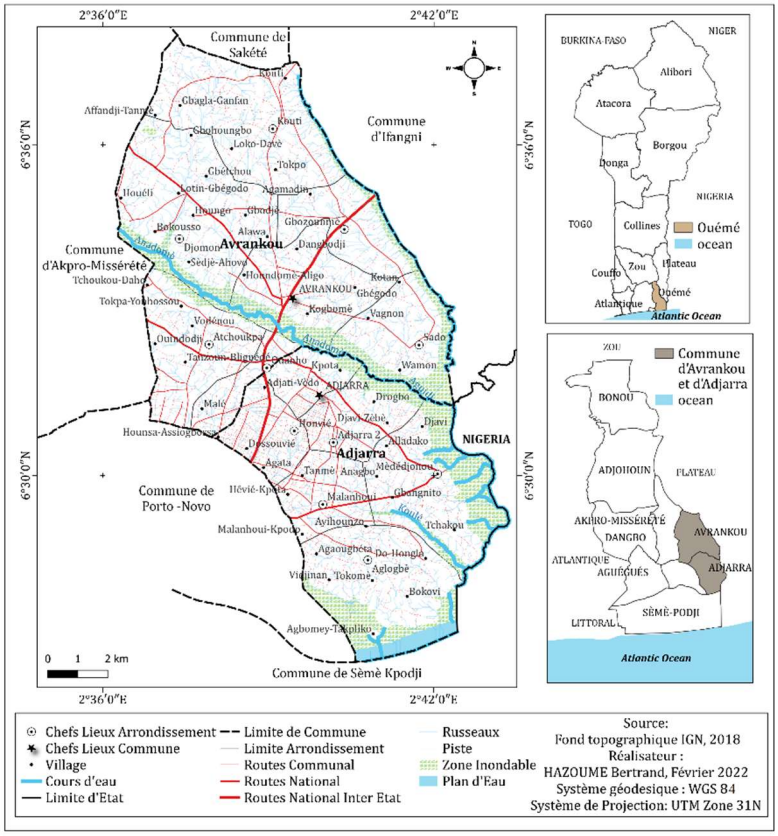

Figure 1 : Localisation géographique de la zone d'étude

La commune d'Avrankou est limitée au nord par la commune de Sakété, au sud par les communes d'Adjarra et de Porto Novo, à l'est par la commune d'Ifangni et la République Fédérale du Nigeria, à l'ouest par la commune d'Akpro-Missérété. Elle couvre une superficie de 90,62 km² et est subdivisée en sept (07) arrondissements dont ceux d'Atchoukpa, d'Avrankou, de Djomon, de Gbozounmè, de Kouti, de Ouanho et de Sado. Elle contient cinquante-deux (52) villages et quartiers de ville répartis par arrondissement.

Quant à la commune d'Adjarra, elle est limitée au nord par la commune d'Avrankou, au sud par la commune de Sème-Podji, à l'est par la République Fédérale du Nigeria et à l'ouest par la commune de Porto-Novo. Avec une superficie de 61,35 km², elle est subdivisée en six (06) arrondissements : Adjarra I, Adjarra II, Honvié, Malanhoui, Aglogbè et Médédjonou. Elle compte 48 villages et quartiers de ville.

Matériel et méthodes

Matériel de collecte des données planimétriques

Pour caractériser la dynamique foncière dans le doublet Avrankou-Adjarra, les données utilisées sont composées de :

- ✓ Fond topographique de 2018 couvrant les deux communes ;
- ✓ Images SPOT 4 et 5 issues du programme OSFACO (Observatoire des Forêts d'Afrique Centrale et de l'Ouest), une initiative de l'AFD et de l'IRD visant à promouvoir l'exploitation des archives satellitaires en Afrique de l'Ouest ;
- ✓ Image Sentinel-2A acquise en 2020, disponible librement sur la plateforme (https://earthexplorer.usgs.gov).

Images satellites

Les types d'images utilisés et leur choix sont essentiellement déterminés par leur disponibilité et leur pertinence pour l'étude. Il est important d'utiliser la plupart des données spatiales susceptibles d'aider à comprendre les interactions entre la dynamique foncière, l'expansion urbaine dynamique et les activités humaines.

Ces données de base utilisées sont des images optiques des générations SPOT 4 et 5 et Sentinel-2A dont les premières sont issues du projet OSFACO (les images SPOT sont prises au Laboratoire de Cartographie, Télédétection et des Systèmes d'Information Géographique, La *Carto*) et la seconde est en téléchargement libre sur le site http://earthexplorer.usgs.gov/. Le tableau I présente les caractéristiques des images utilisées.

Tableau I : Principales caractéristiques des images utilisées

Satellite	Capteur	Résolution spatiale	Bandes spectrales (Vis, PIR)	Date d'acquisition
SPOT 2	HRV	20 m	Vert, Rouge, Infrarouge proche (PIR)	20 nov 2022
SPOT 5	HRG	10 m	Vert, Rouge, Infrarouge proche (PIR)	20 nov 2022
Sentinel-2A	MSI	10 m	B2 (Bleu), B3 (Vert), B4 (Rouge), B8 (NIR)	04-janv-2020

Source : Traitement de données, Septembre 2022

Prétraitement et traitement des images

Dans le cadre de cette étude, les images SPOT (2000 et 2010) obtenues ont été fournies avec des corrections géométriques et radiométriques déjà intégrées.

L'image Sentinel-2A (2020) a subi des corrections à l'aide du logiciel QGIS 3.22 sur la base du module Semi-Automatic Classification Plugin (SCP). Ce module permet de convertir les valeurs brutes (Digital Numbers) des images en réflectances corrigées, en tenant compte de l'interaction entre l'atmosphère et la lumière solaire.

Les corrections atmosphériques et radiométriques visent à supprimer les effets parasites induits par :

- L'angle d'incidence solaire (inclinaison du soleil au moment de la prise de vue),
- Les particules atmosphériques (brume, poussière, aérosols, vapeur d'eau),
- La réfraction et la diffusion de la lumière dans l'atmosphère.

Ces éléments peuvent altérer la réponse spectrale des objets au sol, c'est-à-dire leur manière de réfléchir la lumière dans différentes bandes (rouge, infrarouge, etc.). Sans correction, deux surfaces identiques pourraient apparaître différentes à cause de conditions atmosphériques variables, ce qui fausserait l'analyse.

L'image ainsi corrigée reflète de manière plus fiable les caractéristiques réelles des surfaces terrestres : végétation, eau, zones bâties, sols nus, etc. Cela améliore considérablement la précision de la classification des unités d'occupation des terres, car les signatures spectrales sont alors comparables entre différentes dates et zones (Pham *et al.*, 2007).

Correction radiométrique et atmosphérique

Un certain nombre de "bruits radiométriques" (ou les effets liés aux angles d'incidence solaires et les effets atmosphériques) peut être présent sur l'image en raison soit de l'état défectueux des capteurs, soit de problèmes de transmission des données, soit d'interprétation (codage/décodage). En général, ces corrections radiométriques, c'est-à-dire les changements de la valeur radiométrique de points aberrants, sont réalisées directement à la réception de l'image par réaffectation de codes correspondants aux

pixels voisins ou aux points défectueux (Pham *et al.*, 2007).

Les capteurs installés à bord des satellites d'Observation de la Terre opérant dans le domaine spectral de l'émission solaire (longueurs d'onde de 0,2 à 4 µm) sont des radiomètres qui mesurent la luminance réfléchie par l'ensemble Terre-Atmosphère, éclairé par le soleil. Le simple étalonnage des données d'un capteur, en luminances (valeurs absolues mesurées) ou en réflectances (valeurs relatives), ne fournit donc pas une information sur la surface mais un signal composite. L'objectif de cette correction, est d'extraire de ce signal une information indépendante des effets de l'atmosphère, variables dans le temps et dans l'espace, et concernant la seule surface terrestre, qui est l'objet à étudier (Pham *et al.*, 2007; Muchsin *et al.*, 2019).

Dans cette étude, le module Semi-Automatic Classification Plugin (SCP) du logiciel QGIS 2.18 a été mobilisé pour assurer la correction atmosphérique et radiométrique de l'image Sentinel-2A de 2020. Cet outil permet de simuler les conditions d'une atmosphère standard sans nuage, en neutralisant les effets perturbateurs liés à l'incidence solaire, aux particules atmosphériques (brume, poussières, aérosols) et à la réfraction du rayonnement lumineux. En convertissant les valeurs brutes de l'image en réflectance de surface, il garantit une lecture plus fiable des caractéristiques spectrales des différentes unités d'occupation des terres. Le module SCP offre en outre plusieurs avantages notables : il corrige l'effet de contiguïté (mélange spectral entre pixels voisins), permet d'estimer la visibilité atmosphérique à partir des conditions locales, s'adapte à différents capteurs (anciens et récents), et autorise le traitement d'images indépendamment de leur date ou orbite d'acquisition.

Le bon fonctionnement de cet algorithme repose sur une série de paramètres préalablement définis. Il convient d'abord de spécifier le type de capteur utilisé ; dans ce cas, il s'agit du capteur MSI (Multispectral Instrument) embarqué sur Sentinel-2A. Ensuite, il faut sélectionner un modèle atmosphérique approprié ; ici, le modèle tropical est retenu, en raison du contexte géographique de l'étude. Le choix d'une surface de référence (sol sombre ou végétation dense) est également requis pour calibrer la réflectance initiale. La visibilité atmosphérique, exprimée en kilomètres, est estimée à partir des métadonnées locales (telles que l'humidité ou la brume ambiante). Enfin, les coordonnées géographiques de la scène (latitude, longitude), ainsi que la date et l'heure d'acquisition, sont renseignées afin d'ajuster les paramètres solaires (azimut, hauteur du soleil). L'ensemble de ces éléments permet à l'algorithme de restituer une image corrigée, offrant une base de travail rigoureuse pour les traitements spatiaux ultérieurs.

Les corrections géométriques consistent à rectifier les déformations spatiales inhérentes à l'image brute satellitaire afin d'assurer une superposition correcte des images avec les références géographiques existantes (fonds topographiques, autres images, données GPS). Ces déformations peuvent provenir de divers facteurs : inclinaison de l'orbite du satellite, relief du terrain, courbure de la Terre, ou encore instabilité du capteur.

Dans le cadre de cette étude, les images Sentinel-2A ont été corrigées géométriquement au format Level-1C (projection cartographique WGS 84 / UTM Zone 31N), ce qui permet de les géoréférencer automatiquement dans le logiciel QGIS. Cependant, pour améliorer l'alignement avec les données de terrain et les images antérieures (SPOT 2000 et 2010), un réajustement géométrique a été réalisé à l'aide d'un fond topographique de 2018. Cette opération a consisté à appliquer un rééchantillonnage bilinéaire et un recalage basé sur des points d'ancrage (GCP) identifiés manuellement entre l'image satellite et les cartes de référence. Ce traitement garantit la cohérence spatiale entre les différentes sources de données utilisées pour la comparaison temporelle. La figure 2 présente la correction atmosphérique de Sentinel-2A.

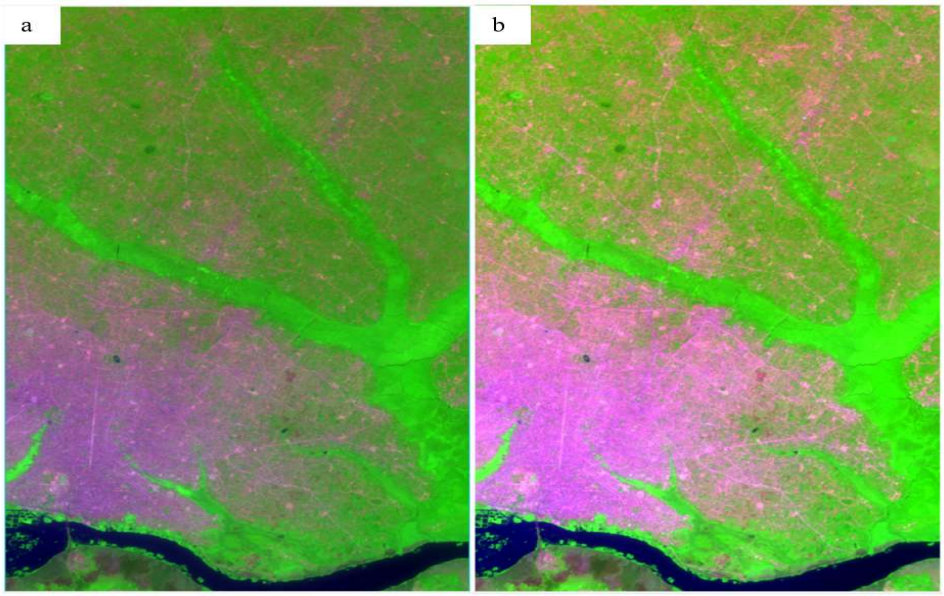

Figure 2 : Correction atmosphérique de l'image Sentinel-2A : compositions colorées SWIR-NIR-R obtenues avant (a) et après (b) correction
Cette image couvre le doublet Adjarra-Avrankou et une partie de la commune de Porto-Novo

Extraction de la zone d'étude

L'image de la zone d'étude est extraite avec le logiciel ENVI 5.3 en fonction des trois dates (2000, 2010 et 2020), à partir de l'outil « *Region of Interest (ROI) Tool* ».

Calcul d'indice de bâti (NDBI)

L'indice est développé en se basant sur la réponse spectrale de superficies bâties avec une réflectance plus élevée de MIR (Moyen Infrarouge) que de NIR (Proche Infrarouge). Le développement de l'indice a été basé sur la réponse spectrale unique des terres bâties qui ont une plus forte réflectance dans la gamme de longueur d'onde MIR que dans la gamme de longueur d'onde NIR. Non seulement les surfaces bâties ont une réflectance MIR plus élevée que NIR, mais aussi la végétation sèche et l'eau ont en quelque sorte une telle réflectance (Doumit et Sakr, 2015).

$$NDBI = \frac{MIR - NIR}{MIR + NIR}$$

Classification d'images

La classification s'est déroulée en deux étapes complémentaires :

Classification par règles de décision

Cette approche repose sur une série de règles logiques appliquées aux valeurs des indices spectraux extraits des images (tels que le NDBI, NDVI, NDWI, etc.). Elle permet d'identifier des entités bien distinctes, comme les surfaces en eau, les zones densément bâties ou la végétation dense.

La classification des données satellitales est une méthode efficace permettant l'extraction de l'information spatiale (Dechaïcha et Alkama, 2020). La classification selon les règles de décision consiste à appliquer un ensemble de règles qui décrivent les classes d'intérêt (Lamhamedi *et al.*, 2017). Ces règles sont de type « *Si Condition(s) Alors Action* ».

Cette méthode est particulièrement utile pour extraire rapidement les grandes entités homogènes, en utilisant des seuils empiriques basés sur la signature spectrale.

Classification supervisée par la méthode du Plus Proche Voisin (PPV)

La méthode du Plus Proche Voisin (PPV) ou k-Nearest Neighbor (k-NN) est une méthode statistique de classification supervisée. Elle consiste à affecter chaque pixel inconnu à la classe majoritaire parmi ses k voisins les plus proches, en fonction de leur proximité spectrale. Dans cette étude, la valeur de k = 5 a été retenue. Les pixels de référence (provenant des 128 points de terrain) ont été utilisés comme base d'apprentissage. Chaque pixel à classer est comparé à ces références, et la distance euclidienne dans l'espace multispectral est calculée. Le pixel est ensuite classé selon la majorité des 5 pixels de référence les plus proches.

Cette méthode a été appliquée aux images composites (association de plusieurs bandes) pour produire les cartes d'occupation des terres finales pour les années 2000, 2010 et 2020. Elle est particulièrement adaptée aux zones présentant une grande hétérogénéité spectrale (zones agricoles, interfaces urbaines, mosaïques rurales).

Évaluation de la classification

L'évaluation de la classification a été réalisée à l'aide de 128 points d'observation collectés sur le terrain et utilisés pour établir une matrice de confusion pour chacune des trois années (2000, 2010, 2020). Cette matrice permet de confronter les classes d'occupation des terres attribuées par la classification automatisée aux classes réelles observées sur le terrain ou identifiées par photo-interprétation.

Dans cette étude, la matrice de confusion a permis de :

- calculer le taux de pixels correctement classés (valeurs sur la diagonale) ;
- identifier les confusions fréquentes entre certaines classes, notamment entre les jachères sous palmeraies et les cultures pérennes à dominance de palmiers, en raison de leur proximité spectrale ;
- déterminer la précision par classe, c'est-à-dire la capacité du modèle à bien reconnaître chaque unité d'occupation des terres.

Précision globale (P_G)

La Précision Globale permet d'évaluer la précision des pixels classés par rapport au nombre total des pixels des zones test (Congalton et Green, 2009). Elle est comprise entre 0 et 100 %.

$$P_G = \frac{\sum_{i=1}^{n}(D_{i+} * k_i)}{\sum_{i=1}^{n} k_i}$$

Avec : i : identifiant de la classe, D : diagonale en i, k : nombre de pixels de la classe i.

La figure 3 présente la chaîne de traitement des images pour la caractérisation de la dynamique foncière dans le doublet Avrankou-Adjarra.

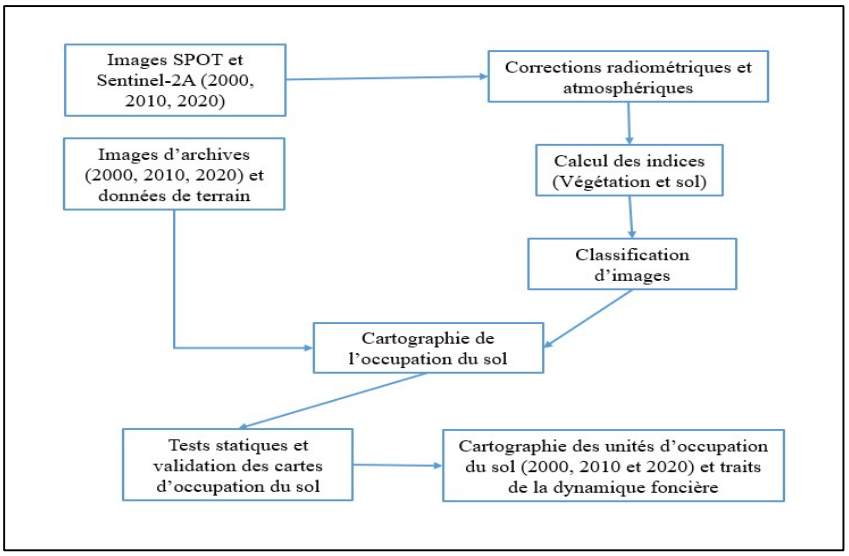

Figure 3 : Diagramme de synthèse de la démarche utilisée pour la cartographie des unités d'occupation des terres et des traits de la dynamique foncière

RESULTATS

Analyse diachronique de l'occupation du sol dans le doublet Adjarra-Avrankou (2000-2020)

L'examen diachronique de l'occupation du sol dans le doublet Adjarra–Avrankou révèle une recomposition progressive mais significative du paysage au cours des deux dernières décennies. Les résultats issus des classifications satellitaires mettent en évidence trois dynamiques majeures : l'extension continue des surfaces bâties, la régression marquée des espaces agricoles et une relative stabilité des zones humides et aquatiques.

Évolution des unités d'occupation du sol dans le doublet Adjarra-Avrankou en 2000

La Figure 4 présente la carte d'occupation du sol de la zone de Avrankou et Adjarra issue de la classification par la méthode *Support Vector Machine (SVM)* de l'image SPOT de 2000. Cette méthode de classification dirigée a permis d'identifier cinq unités d'occupation du sol dont les agglomérations (9,99%), les champs et jachères sous palmeraies (48,16%), les cultures pérennes à dominance de palmiers (27,38%), la végétation marécageuse (13,57%) et les plans d'eau (0,90%) (Figure 4, Tableau II et III).

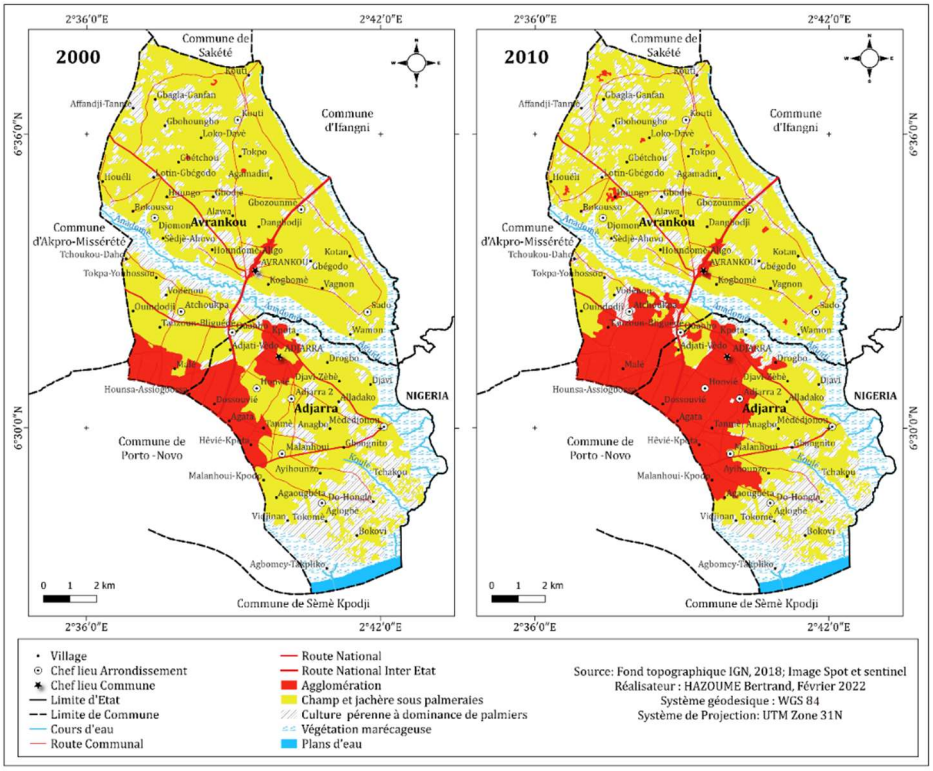

Figure 4 : Occupation des terres entre 2000 et 2010 du doublet Avrankou-Adjarra

Tableau I: Matrice de confusion de la classification

Classe	AGG	PE	CJSP	CPDP	VM
AGG	99,89	0,00	0,00	0,00	0,00
PE	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00
CJSP	0,00	0,00	92,18	5,05	0,00
CPDP	0,11	0,00	7,82	94,95	0,11
VM	0,00	0,00	0,00	0,00	99,89
Total	***100***	***100***	***100***	***100***	***100***

Légende : AGG : Agglomérations, PE : Plans d'eau, CJSP : Champs et jachères sous palmeraies, CPDP : Cultures pérennes à dominance de palmiers, VM : Végétation marécageuse

Tableau II: Erreur d'omission et de commission

Classe	Commission (%)	Omission (%)	Commission (Pixels)	Omission (Pixels)	Total Pixel
AGG	0	0,11	0	1	873
PE	0	0,00	0	0	697
CJSP	6,91	7,90	28	32	405
CPDP	6,23	4,98	35	28	562
VM	0,00	0,11	0	2	1843
Total	***13,141***	***13,107***	***63***	***63***	***4380***

Légende : AGG : Agglomérations, PE : Plans d'eau, CJSP : Champs et jachères sous palmeraies, CPDP : Cultures pérennes à dominance de palmiers, VM : Végétation marécageuse.

Dynamique foncière de 2000 à 2010 dans le doublet Avrankou-Adjarra

La dynamique foncière dans le doublet Avrankou-Adjarra de 2000 à 2010 est synthétisée par la matrice de transition. Dans les cellules des lignes et des colonnes se trouvent respectivement les unités d'occupation des terres de 2000 et de 2010. Les cellules de la diagonale correspondent aux superficies qui sont demeurées stables de 2000 à 2010. Les unités qui sont en dehors de la diagonale représentent les changements observés au sein des unités d'occupation des terres. Le tableau IV présente la matrice des unités d'occupation des terres de 2000 à 2010.

Tableau IIIV : Matrice de transition des unités d'occupation des terres de 2000 à 2010

UOT 2000	UOT 2010					Sup (ha)_2000
	CPDP	CJSP	VM	PE	AGG	
CPDP	1988,71	1878,95	132,2	0	187,18	**4187,04**
CJSP	1151,42	4853,95	63,28	0	1100,23	**7168,88**
VM	817,98	33,44	1360,39	5,85	2,46	**2220,12**
PE	0	0	0	133,48	0	**133,48**
AGG	0	0	0	0	1487,49	**1487,49**
Sup (ha)_2010	**3958,11**	**6766,34**	**1555,87**	**139,33**	**2777,36**	**15197,01**

Légende : AGG : Agglomérations, PE : Plans d'eau, CJSP : Champs et jachères sous palmeraies, CPDP : Cultures pérennes à dominance de palmiers, VM : Végétation marécageuse

L'examen du tableau III permet de retenir 5 classes d'unités d'occupation des terres. L'évolution de l'espace dans le doublet Avrankou-Adjarra entre 2000 et 2010 se manifeste d'abord par des changements significatifs d'occupation des terres, synthétisés par la matrice de transition (Tableau III). Celle-ci met en évidence la stabilité ou la reconversion des grandes unités d'occupation des terres entre les deux dates. Les valeurs situées sur la diagonale principale représentent les surfaces restées inchangées, tandis que les valeurs hors diagonale indiquent les mutations observées.

Sur un total de 15 197,01 ha, cinq grandes classes ont été identifiées : cultures pérennes à dominance de palmiers (CPDP), champs et jachères sous palmeraies (CJSP), végétation marécageuse (VM), plans d'eau (PE) et agglomérations (AGG). Entre 2000 et 2010, on observe une régression des terres agricoles : les CPDP ont perdu 240,93 ha (–5,75 %), les CJSP 402,54 ha (–5,61 %) et les zones de végétation marécageuse 664,25 ha (-29,92 %). Inversement, les agglomérations ont presque doublé de superficie, passant de 1 487,49 ha à 2 777,36 ha, soit une augmentation de 86,69 %.

Cette lecture diachronique correspond à la dynamique de l'occupation des terres, mesurable par télédétection.

Toutefois, pour appréhender véritablement la dynamique foncière, il est nécessaire d'élargir l'analyse à des dimensions plus profondes. En effet, derrière les mutations spatiales observées se dissimulent des mécanismes sociaux et institutionnels qui déterminent l'accès à la terre, son mode de gestion et les formes d'appropriation qui en découlent.

Entre 2000 et 2010, l'expansion des agglomérations du doublet s'est largement appuyée sur des modes d'acquisition foncière informels : achats directs auprès de particuliers, héritages, dons coutumiers ou encore lotissements non réglementés. Le statut juridique des terres converties demeure, pour l'essentiel, peu formalisé, avec un nombre limité de titres fonciers reconnus par l'administration. Les transactions reposent majoritairement sur des contrats sous seing privé, exposant les acquéreurs à une insécurité foncière persistante. Parallèlement, la coexistence du régime coutumier et du régime moderne génère des conflits d'usage, tandis que l'urbanisation progresse en l'absence de

véritables outils de planification, dans un contexte de forte pression foncière.

Il est important de souligner que la télédétection, à elle seule, ne permet pas de saisir ces processus sociaux et institutionnels. Pour accéder à ces informations, l'étude a mobilisé une revue documentaire approfondie, des entretiens réalisés auprès des acteurs locaux ainsi que des observations de terrain. Cette démarche combinée a permis d'établir un lien entre les transformations physiques de l'occupation du sol et les modalités d'accès, de gestion et de transaction foncière, y compris lorsqu'elles s'opèrent de manière informelle.

Ainsi, les changements d'occupation des terres observés ne sont pas neutres : ils résultent d'une dynamique foncière marquée par l'absence de régulation formelle, la pluralité des acteurs (chefs de terre, familles autochtones, migrants, spéculateurs, élus), et la marchandisation croissante du sol. Cette dynamique, bien qu'en partie visible dans les images satellites, appelle une lecture intégrée croisant les données spatiales, juridiques et socio-territoriales. Les figures 5 et 6 présentent l'intensité et la vitesse de changement.

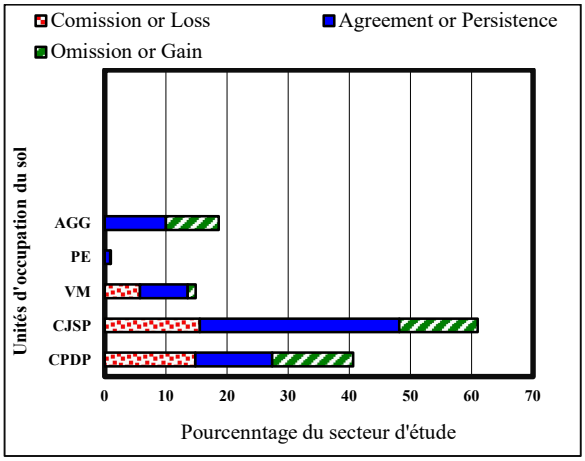

Figure 5: Intensité des changements par catégorie d'occupation des terres entre 2000 et 2010

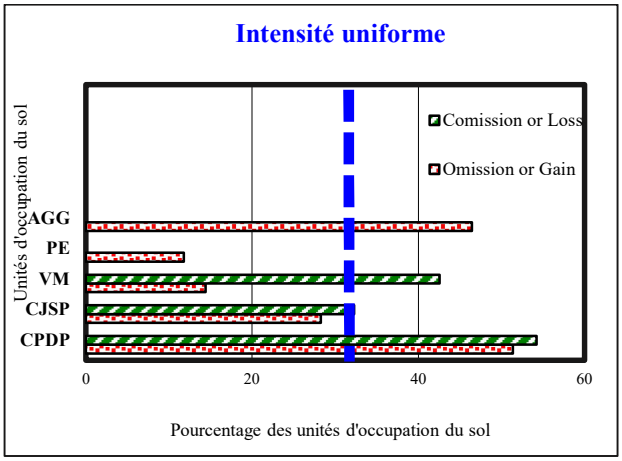

Figure 6: Intensité et vitesse des changements à l'intérieur de chaque catégorie d'occupation des terres entre 2000 et 2010

Légende : AGG : Agglomérations, PE : Plans d'eau, CJSP : Champs et jachères sous palmeraies, CPDP : Cultures pérennes à dominance de palmiers, VM : Végétation marécageuse

De l'examen de la figure 6, il se dégage trois catégories de changement à savoir : les pertes, les gains et les stabilités. Ainsi, dans le doublet Avrankou-Adjarra, les champs et jachères sous palmeraies ont connu le plus fort pourcentage de perte avec 16 % de la superficie du secteur d'étude suivis des Cultures pérennes à dominance de palmiers respectivement avec 15 %.

Néanmoins, malgré les taux de perte les plus élevés, ces mêmes unités présentent également les taux de gain les plus élevés : 13 % pour les champs et jachères sous palmeraies, 13 % pour les cultures pérennes dominées par les palmiers, puis 9 % pour les agglomérations. Ces gains substantiels, en dépit des pertes considérables, s'expliquent par des dynamiques de renouvellement et de réoccupation des parcelles. En effet, les champs, les jachères sous palmeraies et les cultures pérennes connaissent parfois des phases d'abandon temporaire avant d'être reconvertis ou réinvestis. Cette alternance témoigne de la flexibilité des usages agricoles et de la résilience du système d'occupation des terres.

En termes de stabilité, les champs et jachères sous palmeraies et les cultures pérennes à dominance de palmiers ont relativement été moins perturbés que les autres unités d'occupation des terres malgré les pertes, suivis

des agglomérations qui ont été aussi moins perturbées par les autres unités.

Concernant la figure 7, la ligne verticale en tiret bleu de valeur 36,18 est la limite où les changements resteraient uniformes si les perturbations s'arrêtaient dans les secteurs d'étude. À gauche de cette ligne, les changements sont dits dominants ou lents ; tandis qu'à sa droite, les changements sont qualifiés d'actifs ou rapides. Ainsi les pertes et les gains sont lents au niveau des végétations marécageuses, des champs et jachères sous palmeraies, des cultures pérennes à dominance de palmiers. Par contre au niveau des agglomérations les gains sont plus rapides, d'où leur forte expansion au détriment des autres unités d'occupation des terres.

Dans la zone d'étude, on observe de petites habitations dans les plantations de palmiers à huile. La photo I illustre cette observation.

Photo 1 : Petites habitations dans les plantations de palmiers à huile à Avrankou
Source : Hazoumè, septembre 2020

Dynamique foncière de 2010 à 2020 dans le doublet Avrankou-Adjarra

La figure 7 présente l'occupation des terres du doublet Avrankou-Adjarra entre 2010 et 2020.

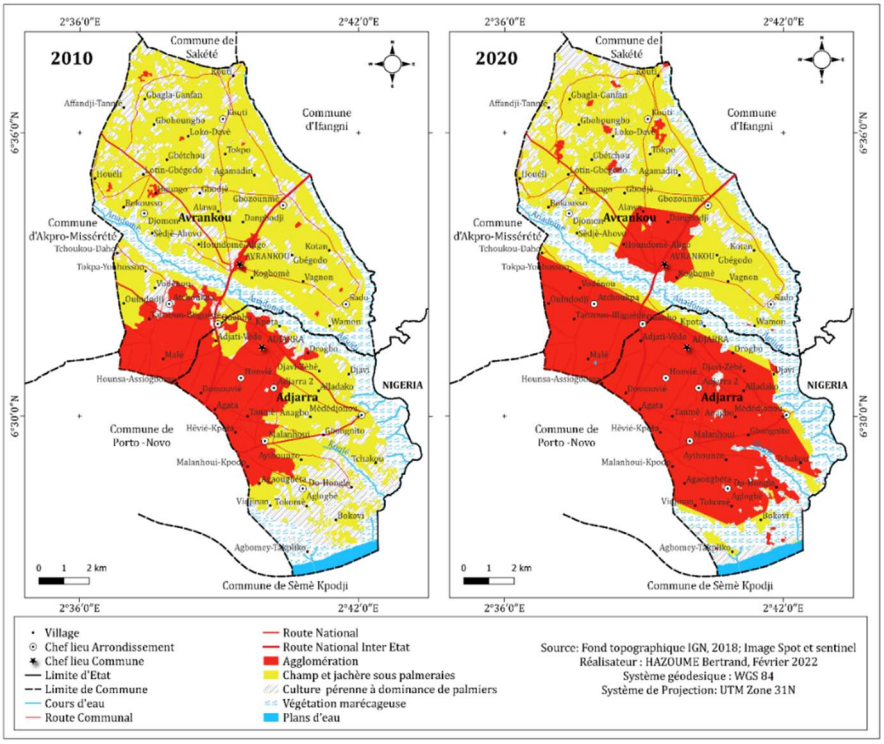

Figure 7 : Occupation des terres entre 2010 et 2020 du doublet Avrankou-Adjarra

La dynamique foncière dans le doublet Avrankou-Adjarra de 2010 à 2020 est synthétisée par la matrice de transition. Dans les cellules des lignes et des colonnes se trouvent respectivement les unités d'occupation des terres de 2010 et de 2020. Les cellules de la diagonale correspondent aux superficies qui sont demeurées stables de 2010 à 2020. Les unités qui sont en dehors de la diagonale représentent les changements observés au sein des unités d'occupation des terres. La figure 8 présente l'occupation des terres du doublet Avrankou-Adjarra entre 2010 et 2020. Le tableau V présente la matrice de transition des unités d'occupation des terres issues de la classification par la méthode SVM.

Tableau V : Matrice de transition des unités d'occupation des terres de 2010 à 2020

UOT 2010	UOT 2020					Sup (ha)_2010
	CPDP	CJSP	VM	PE	AGG	
CPDP	1914,02	1197,44	619,8	0	226,85	**3958,11**
CJSP	571,87	3032,87	20,31	0	3141,29	**6766,34**
VM	334,28	41,67	1170,93	0	8,99	**1555,87**
PE	0	0	0	139,33	0	**139,33**
AGG	0	0	0	0	2777,36	**2777,36**
Sup (ha)_2020	**2820,17**	**4271,98**	**1811,04**	**139,33**	**6154,49**	**15197,01**

Légende : AGG : Agglomérations, PE : Plans d'eau, CJSP : Champs et jachères sous palmeraies, CPDP : Cultures pérennes à dominance de palmiers, VM : Végétation marécageuse

L'examen du tableau V permet de retenir 5 classes d'unités d'occupation des terres. Entre 2010 et 2020, le doublet Avrankou–Adjarra a connu d'importantes mutations de l'occupation des terres. Les cultures pérennes à dominance de palmiers ont diminué de 28,75 %, passant de 3 958,11 ha à 2 820,17 ha, tandis que les champs et jachères sous palmeraies ont reculé de 36,88 % (soit 2 494,36 ha de perte). Cette régression des terres agricoles s'est accompagnée d'une forte croissance des agglomérations, qui ont plus que doublé (+121,6 %), passant de 2 777,36 ha à 6 154,49 ha, principalement aux dépens des zones cultivées. Parallèlement, les végétations marécageuses ont progressé de 16,4 %, tandis que les plans d'eau sont restés stables. Ces évolutions traduisent une dynamique d'urbanisation rapide et non planifiée, au détriment des espaces agricoles et naturels.

Ces mutations rapides de l'occupation des terres ont des implications directes sur la dynamique foncière locale. La forte conversion des terres agricoles en zones d'habitat révèle une intensification des transactions foncières, souvent en dehors de tout cadre légal. Elle reflète une pression accrue sur le foncier, une multiplication des ventes informelles, et une fragilisation du régime coutumier, qui peine à contrôler la cession des terres. En l'absence de mécanismes de régulation et de sécurisation des droits, cette expansion urbaine désordonnée accentue les risques de conflits fonciers, de perte de terres agricoles, et de déstructuration du tissu territorial traditionnel. Les figures 8 et 9 présentent l'intensité et la vitesse de changement.

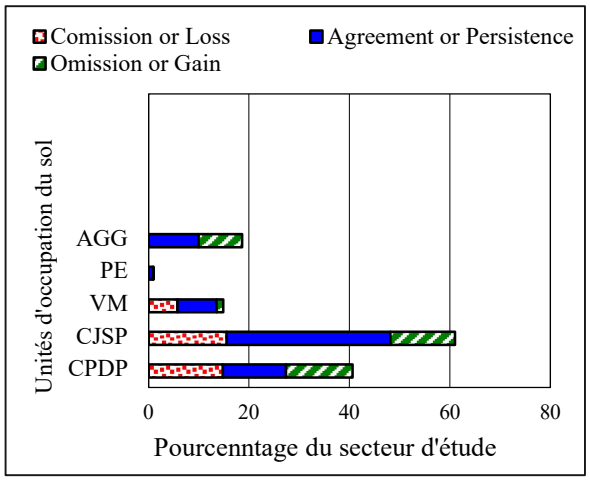

Figure 8: Intensité des changements par catégorie d'occupation des terres entre 2010 et 2020

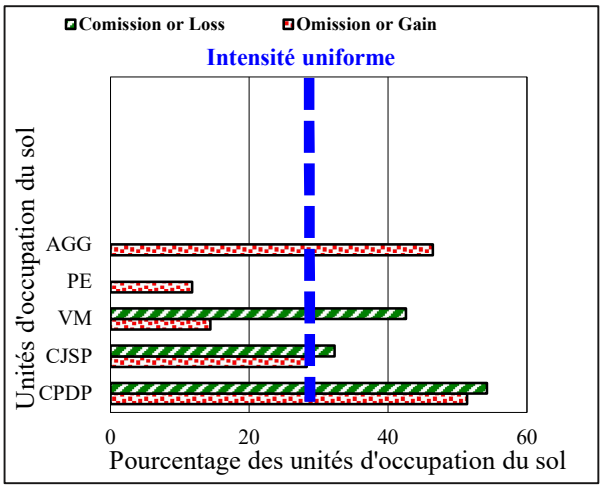

Figure 1: Intensité et vitesse des changements à l'intérieur de chaque catégorie d'occupation des terres entre 2010 et 2020

Légende : AGG : Agglomérations, PE : Plans d'eau, CJSP : Champs et jachères sous palmeraies, CPDP : Cultures pérennes à dominance de palmiers, VM : Végétation marécageuse

De l'examen de la figure 8, il se dégage trois catégories de changement à savoir : les pertes, les gains et les stabilités. Ainsi, dans le doublet Avrankou-Adjarra, les champs et jachères sous palmeraies ont connu le plus fort pourcentage de pertes avec 25% de la superficie du secteur d'étude. Les gains sont plus observés au niveau des agglomérations avec 23 % de la superficie du secteur d'étude qui ont été aussi moins perturbés par les autres unités.

Concernant la figure 9, la ligne verticale en tiret bleu de valeur 41,46 est la limite où les changements resteraient uniformes si les perturbations s'arrêtaient dans les secteurs d'étude. A gauche de cette ligne, les changements sont dits dominants ou lents ; tandis qu'à sa droite, les changements sont qualifiés d'actifs ou rapides. Ainsi les pertes sont rapides au niveau des végétations marécageuses, des champs et jachères sous palmeraies, des cultures pérennes à dominance de palmiers tandis que les gains sont lents. Par contre au niveau des agglomérations, les gains sont plus rapides d'où leur forte expansion au détriment des autres unités d'occupation des terres.

DISCUSSION

Les résultats issus de l'analyse diachronique révèlent que le doublet Avrankou–Adjarra est confronté à une dynamique spatiale intense, dominée par une urbanisation non planifiée, une régression des terres agricoles, et une transformation accélérée de l'espace périurbain. Ces changements d'occupation des terres traduisent, en arrière-plan, une dynamique foncière profonde, où l'accès, la sécurisation et la transmission des terres échappent majoritairement aux cadres juridiques formels. La superficie des agglomérations, qui passe de 1 487,49 ha en 2000 à 6 154,49 ha en 2020, témoigne d'un étalement urbain incontrôlé, observé également dans d'autres contextes ouest-africains (Dossou- Fotso Njomo, 2021 ; Yovo et Honvo, 2022). Cette progression s'est faite essentiellement aux dépens des cultures pérennes et des jachères, dont les surfaces ont diminué respectivement de 28,7 % et 36,8 % entre 2010 et 2020. Ces conversions sont souvent le résultat de transactions foncières informelles, menées en dehors de toute planification ou en contournant les dispositifs officiels (Ahouangansi, 2020 ; Zogo et *al.*, 2023).

En effet, les pratiques foncières observées reposent encore largement sur des logiques coutumières, privées et opportunistes, avec une prédominance des contrats sous seing privé, rarement enregistrés auprès des instances compétentes (Léonard et Racaud, 2018 ; Blot et Cotula, 2021). Cela entraîne une insécurité foncière croissante, aggravée par l'ineffectivité du Code foncier et domanial de 2013 et la lenteur de mise en œuvre des Plans Fonciers Ruraux (PFR) dans les communes urbaines (Agossou et *al.*, 2016 ; Hounkpodote, 2022).

La coexistence de régimes fonciers hybrides – coutumier, domanial, et foncier marchand – renforce la fragmentation institutionnelle et l'ambiguïté des droits d'usage, situation déjà observée dans d'autres territoires périphériques du Bénin et du Burkina Faso (Sanou et *al.*, 2019 ; Koudokpon et *al.*, 2023). Cette pluralité de normes ouvre la voie à des formes de gouvernance foncière peu transparentes, dominées par des négociations informelles, souvent au profit des élites locales ou des intermédiaires (Assouan et *al.*, 2023 ; Djohy, 2020).

Ainsi, la dynamique de l'occupation des terres ne peut être dissociée des enjeux fonciers sous-jacents : les conversions observées par télédétection traduisent des rapports de pouvoir, des stratégies spéculatives et une recomposition silencieuse du territoire. Ce lien étroit entre transformation spatiale et dynamique foncière appelle à des approches croisées, combinant analyse géospatiale et lecture institutionnelle du foncier (Tapsoba et Ouédraogo, 2020 ; Ouedraogo *et al.*, 2019 ; Hounkpodote, 2022).

En l'absence d'une intervention étatique forte, les formes d'urbanisation informelle risquent de perdurer, accentuant les conflits fonciers, l'inégalité d'accès au sol et la disparition des terres agricoles. La dynamique foncière en cours à Avrankou-Adjarra illustre ainsi une transformation silencieuse du territoire, où les usages du sol changent sous l'effet d'une gouvernance foncière fragmentée et d'une pression urbaine non maîtrisée.

CONCLUSION

La dynamique foncière caractérisée par les transformations profondes et continues de la valeur et de l'utilisation des terres est prégnante dans le doublet Avrankou-Adjarra, elle s'est développée puis a généré de profondes transformations du paysage. L'étude de la dynamique foncière dans le doublet Avrankou–Adjarra entre 2000 et 2020 met en lumière une transformation rapide et profonde du territoire, marquée par une régression continue des terres agricoles au profit d'une urbanisation diffuse, non planifiée et socialement fragmentée. L'analyse diachronique des images SPOT et Sentinel-2 a permis de quantifier ces changements, notamment la forte croissance des agglomérations et la baisse significative des cultures pérennes et jachères. Au-delà des mutations spatiales visibles, cette dynamique traduit une restructuration foncière silencieuse, portée par des formes d'appropriation du sol multiples et souvent informelles, dans un contexte de faible régulation institutionnelle. La coexistence entre normes foncières coutumières, domaniales et marchandes, conjuguée à la pression démographique, génère une urbanisation non encadrée, accentue l'insécurité foncière, et fragilise les équilibres socio-territoriaux. Les résultats montrent ainsi que la dynamique de l'occupation des terres est indissociable de la dynamique foncière, et que les outils de planification existants restent insuffisants pour encadrer les mutations en cours. Le patrimoine foncier disponible et la forte demande en terrains à bâtir ont favorisé la création d'un marché foncier informel animé par des acteurs locaux dont les pratiques ont favorisé une véritable spéculation foncière.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Ahouangansi, M. (2020). Gouvernance foncière et accès au foncier dans les périphéries urbaines du sud-Bénin. *Cahiers de Géographie du Développement*, (79), 33–48.

Agossou, M. A., Yabi, I., et Tovissodé, C. (2016). Dynamiques foncières et gouvernance du territoire au Bénin. *Revue Béninoise de Sciences Humaines et Sociales*, 17(2), 113–129.

Assouan, G. N., Kassi-Djodjo, D. D., et Kouassi, A. A. (2023). Marchés fonciers informels et conflits à Abidjan : une lecture géopolitique. *Espace Géographique*, 52(1), 45–59.

Blot, J., et Cotula, L. (2021). Governing land and investments in West Africa: A synthesis of trends and challenges. *International Institute for Environment and Development (IIED)*.

Dechaïcha, H., et Alkama, D. (2020). Cartographie de l'occupation du sol par classification orientée-objet dans une zone semi-aride. *Télédétection*, 19(2), 97–112.

Djohy, G. L. (2020). Fonciers disputés et légitimités foncières en contexte de croissance urbaine : cas du sud-est du Bénin. *Terrains et Travaux*, 37(2), 109–129.

Dossou-Yovo, A. C., et Honvo, A. Z. S. (2022). Dynamique foncière et mutations spatiales dans la commune d'Akpro-Missérété au Sud du Bénin. *Espace, Populations, Sociétés*, 2022/1.

Doumit, R., et Sakr, G. (2015). Use of spectral indices for urban mapping using SPOT-5 imagery. *Open Journal of Civil Engineering*, 5(1), 10–22.

Fotso Njomo, D. W. G. (2021). Urbanisation et dynamiques foncières dans la commune de la Lokoundjé : Cas de Fifinda-Urbain. *Mémoire de Master*, Université de Yaoundé I.

Hounkpodote, A. A. (2022). Entre réforme foncière et pratiques locales : les contradictions de la sécurisation foncière au Bénin. *Afrique Contemporaine*, 271(3), 77–98.

Koudokpon, A., Gnahoui, E., et Adjolohoun, F. (2023). Pratiques foncières et insécurité des droits dans les périphéries urbaines du sud-Bénin. *Revue Africaine des Politiques Publiques*, 15(1), 55–70.

Lamhamedi, S., El Bouardi, H., et Bahi, L. (2017). Classification orientée-objet d'images satellitaires pour la cartographie de l'occupation du sol. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 5(3), 15–21.

Léonard, E., et Racaud, S. (2018). Informal land markets and urban expansion in sub-Saharan Africa. *Géocarrefour*, 92(2). https://doi.org/10.4000/geocarrefour.10609

Moalic, A. (2014). *Le foncier rural au Bénin : la gestion locale de la terre entre l'État et les populations.* Thèse de doctorat en géographie, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 480.

Muchsin, F., Nugroho, D., et Wicaksono, P. (2019). Atmospheric correction methods for surface reflectance retrieval from multispectral satellite images *: A comparative analysis. International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences*, 16(2), 95-108.

Ouedraogo, D., Sanou, A., et Bonkoungou, G. (2019). Dynamiques foncières et vulnérabilité des exploitations agricoles au Burkina Faso. *Afrique Contemporaine*, 260(4), 45–62.

Pham, H. Q., Nguyen, T. T., et Vo, Q. T. (2007). Atmospheric correction in optical remote sensing. *Remote Sensing Applications*, 3(1), 21–32.

Sanou, A., Ouedraogo, D., et Zida, Y. (2019). Transactions foncières et conflits dans les périphéries de Bobo-Dioulasso. *Revue Tiers Monde*, 239(3), 101–118.

Seck, S. M., Touré, O., Planchon, F., et Sylla, I. (2013). Dynamiques foncières et responsabilités sociétales de l'État. In M.-C. Diop (Éd.), *Sénégal (2000-2012) : Les institutions et politiques publiques à l'épreuve d'une gouvernance libérale.* Dakar/Paris : CRES / Éditions Karthala, 239-268.

Tapsoba, L., et Ouédraogo, S. (2020). Urbanisation, informalité et gouvernance foncière dans les périphéries ouagalaises. *Autrepart*, 92(3), 95–112.

Tchékoté, H. R., Mama, D. M., et Agossou, V. A. (2015). Mutations foncières et recompositions territoriales dans les espaces ruraux du sud du Bénin. *Revue de Géographie du Laboratoire de Cartographie (Bénin)*, 11(2), 45-62.

Yovo, A. M., et Honvo, A. A. (2022). Croissance urbaine et mutations foncières dans les villes secondaires du Bénin : enjeux et perspectives pour une planification durable. *Revue Béninoise de Géographie et d'Aménagement*, 12(1), 77-94.

Zogo, J. P., Nguemegne, C., et Djouecheu, R. (2023). Dynamiques foncières et fragmentation urbaine à Yaoundé. *Espace, Populations, Sociétés*, 2023/1. https://doi.org/10.4000/eps.13062

Zinsou, B. J., et Tossou, R. C. (2023). Transformation foncière et vulnérabilités paysannes au sud-Bénin. *Revue Béninoise de Sciences Sociales*, 28(1), 31–47.