Gestion foncière intelligente par dérivés géomatiques en contexte d'urbanisation accélérée : cas de Diamniadio, Sénégal

Serigne Aziz DIOUF,
Doctorant en Géomorphologie, Département de Géographie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, serigneaziz.diouf@ucad.edu.sn / serigne98diouf@gmail.com
Saye NDIAYE,
Doctorante en Géomorphologie, Département de Géographie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, ssayendiaye@gmail.com
Aliou SANE,
Doctorant en Géomorphologie, Département de Géographie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, sane99aliou@gmail.com
Abibatou BA,
Technicienne supérieure en Géomatique, Département de Géomatique, Institut Supérieur d'Ingénierie Territoriale de l'Afrique, abybatou82002@gmail.com

Résumé

Cette étude analyse l'apport des outils géomatiques à la gouvernance foncière dans la commune de Diamniadio (Sénégal), territoire soumis à une urbanisation rapide. Elle combine une analyse diachronique d'images Landsat (2004, 2014 et 2024), une classification supervisée validée par matrices de confusion, le calcul du NDBI, des analyses SIG multicritères et l'exploitation de données cadastrales. Les résultats montrent une forte expansion du bâti, de 223,48 ha en 2004 à 1 822,85 ha en 2024 (+715,7 %). Sur la même période, les terres agricoles diminuent de 36,7 %, la végétation de 61,4 % et les sols nus de 65,9 %, tandis que les surfaces en eau progressent de 59,5 %. Les classifications présentent des performances satisfaisantes à très bonnes (Kappa : 0,76–0,87 ; exactitude globale : 83–92 %). La pression foncière se concentre principalement dans les secteurs les plus urbanisés et à proximité des

axes et équipements structurants. Une extrapolation linéaire exploratoire suggère que le bâti pourrait atteindre environ 2 500 ha en 2034 et 3 300 ha en 2044 si la tendance récente se prolonge. Enfin, le webmapping développé montre l'intérêt opérationnel de l'intégration des dérivés géomatiques dans un système d'information foncière pour la planification et l'aide à la décision.

Abstract

This study assesses the contribution of geomatics-based tools to land governance in the municipality of Diamniadio, Senegal, an area undergoing rapid urbanization. The approach combines diachronic Landsat image analysis (2004, 2014 and 2024), supervised classification validated through confusion matrices, NDBI calculation, multi-criteria GIS analysis, and cadastral data. Built-up land increased from 223.48 ha in 2004 to 1,822.85 ha in 2024 (+715.7%). Over the same period, agricultural land decreased by 36.7%, vegetation by 61.4%, and bare soil by 65.9%, while water surfaces increased by 59.5%. Classification performance was satisfactory to very good (Kappa: 0.76–0.87; overall accuracy: 83–92%). Land pressure is concentrated in the most urbanized sectors and near major transport corridors and facilities. An exploratory linear extrapolation suggests that built-up land could reach about 2,500 ha in 2034 and 3,300 ha in 2044 if the recent trend continues. The webmapping application further illustrates the operational value of integrating geomatics-derived products into a land information system for planning and decision support.

***Mots-clés** : occupation du sol ; urbanisation rapide ; géomatique ; gouvernance foncière ; Diamniadio.*
***Keywords:** land use; rapid urbanization; geomatics; land governance; Diamniadio.*

Introduction

L'accélération des dynamiques urbaines dans les pays du Sud s'accompagne d'une transformation profonde des systèmes fonciers, mettant en évidence un déficit critique de

gouvernance fondée sur l'information. Dans un contexte où les villes s'étendent plus rapidement que les capacités institutionnelles à les planifier, la maîtrise des dynamiques foncières devient un enjeu central, non seulement en termes d'accès à la terre, mais aussi de régulation spatiale, de durabilité et de pilotage territorial (UN-Habitat, 2020 : 15 ; Enemark et al., 2014 : 4). Cette situation révèle un basculement progressif vers des modèles de gestion territoriale fondés sur les données, où la capacité à produire, analyser et exploiter l'information spatiale conditionne désormais l'efficacité de l'action publique.

Dans cette perspective, l'urbanisation accélérée agit comme un catalyseur des tensions foncières. L'expansion urbaine, souvent caractérisée par des formes diffuses et peu planifiées, entraîne une reconfiguration rapide des usages du sol, une artificialisation croissante des terres et une intensification des pressions sur les espaces agricoles et périurbains (Seto et al., 2012 : 16083 ; Angel et al., 2011 : 12). Ces mutations rendent obsolètes les approches traditionnelles de gestion foncière, fondées sur des logiques administratives statiques et des dispositifs d'information fragmentés.

En effet, les systèmes fonciers classiques présentent des limites structurelles face à la complexité et à la rapidité des transformations territoriales. Dans de nombreux contextes africains, la pluralité des régimes fonciers coutumiers, étatiques et informels, engendre une gouvernance éclatée, marquée par une faible interopérabilité des données, une insuffisance des outils d'aide à la décision et une incapacité à anticiper les dynamiques spatiales (Lavigne Delville, 2010 : 8). À cela s'ajoute l'absence de systèmes d'information

foncière intégrés, limitant fortement la production de connaissances territoriales fiables et actualisées (Williamson et al., 2010 : 45).

Face à ces insuffisances, le paradigme de la gestion foncière intelligente (smart land management) émerge comme une réponse innovante aux défis contemporains. Il repose sur l'intégration des technologies géospatiales, des bases de données territoriales et des outils d'analyse avancée, dans une logique de gouvernance fondée sur la donnée (data-driven governance). Cette approche vise à améliorer la transparence, la réactivité et la capacité d'anticipation des systèmes fonciers, en s'appuyant sur des dispositifs d'information dynamiques et interconnectés (Enemark et al., 2014 : 4 ; Williamson et al., 2010 : 45).

Dans ce cadre, la géomatique joue un rôle central en permettant la production de dérivés géomatiques, entendus comme des produits analytiques issus du traitement des données spatiales. Il s'agit notamment de cartes multi-temporelles d'occupation du sol, d'indicateurs de densification urbaine, de modèles de pression foncière ou encore de scénarios d'évolution territoriale (Longley et al., 2015 : 12 ; Jensen, 2007 : 27). Ces dérivés constituent des outils opérationnels essentiels pour transformer les données géographiques en informations décisionnelles, au cœur des dispositifs de gestion foncière intelligente.

Cependant, malgré l'abondance des travaux en géomatique et en gouvernance foncière, leur articulation reste encore insuffisamment explorée dans les contextes d'urbanisation rapide en Afrique subsaharienne. Les approches existantes demeurent souvent cloisonnées, sans intégration effective des dérivés géomatiques dans des systèmes d'information

foncière intelligents et opérationnels. Il en résulte un gap scientifique majeur, portant sur l'opérationnalisation des outils géomatiques au service d'une gouvernance foncière adaptative et anticipative.

Au Sénégal, la croissance urbaine et l'extension des périphéries métropolitaines renforcent les enjeux de planification et de régulation des usages du sol. Dans ce contexte, les dispositifs de gestion foncière restent confrontés à des difficultés d'actualisation, d'articulation et de diffusion de l'information territoriale, particulièrement dans les espaces soumis à de rapides recompositions (UN-Habitat, 2020 : 105).

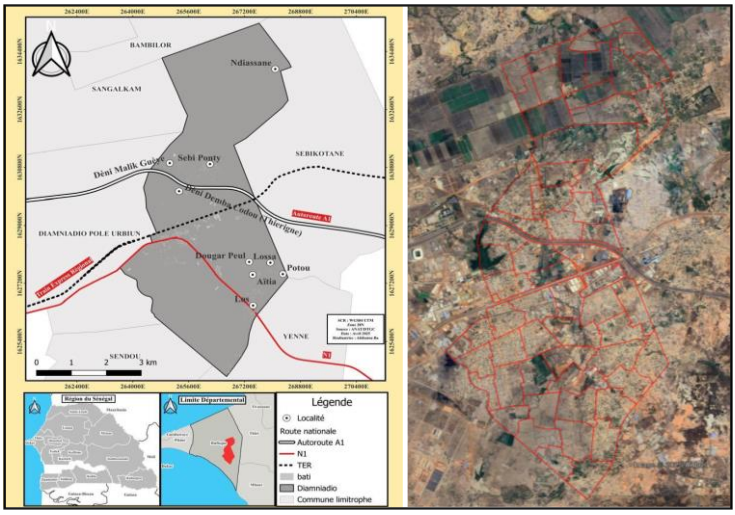
La commune de Diamniadio illustre particulièrement ces mutations. Initialement rurale, elle est devenue un pôle stratégique du développement national, sous l'impulsion de projets d'envergure tels que le Pôle urbain, le Train Express Régional et l'Aéroport International Blaise Diagne (APIX 2015 : 9). Cette transformation rapide engendre une pression foncière accrue, marquée par des conflits d'usage, des pratiques spéculatives et une reconfiguration des structures territoriales. Elle met également en évidence des limites structurelles, notamment l'absence de systèmes d'information foncière fiables et intégrés (ADM 2017 : 34).

La présente recherche propose d'explorer le rôle des dérivés géomatiques dans la mise en œuvre d'une gestion foncière intelligente, à partir du cas de la commune de Diamniadio, territoire emblématique des recompositions urbaines au Sénégal.

L'objectif général est d'évaluer dans quelle mesure les dérivés géomatiques peuvent soutenir une gestion foncière

plus intelligente dans un territoire soumis à une urbanisation rapide. Il s'agit plus spécifiquement de quantifier l'évolution spatio-temporelle de l'occupation du sol entre 2004 et 2024, avec un intérêt particulier pour l'expansion du bâti, puis d'identifier et spatialiser les secteurs de forte pression foncière à partir d'indicateurs géospatiaux et cadastraux et, enfin, proposer un dispositif de diffusion et d'aide à la décision, fondé sur un système d'information foncière et un webmapping interactif, en contexte d'urbanisation rapide.

Carte 1 : Situation géographique de la commune de Diamniadio



1. Matériels et méthodes

1.1. Acquisition des données

L'étude adopte une démarche quantitative, diachronique et géospatiale. Elle articule quatre niveaux d'analyse : (1) détection des changements d'occupation du sol à partir

d'images Landsat ; (2) validation statistique des classifications ; (3) analyse de l'intensité et de la distribution spatiale de l'urbanisation et de la pression foncière à partir du NDBI et des données cadastrales ; (4) intégration des résultats dans un dispositif de webmapping. Le croisement de sources satellitaires, cadastrales et administratives vise à limiter une lecture fondée sur un seul indicateur et à assurer la cohérence entre dynamique physique de l'urbanisation et organisation foncière.

1.1.1. Images satellitaires multi-temporelles (2004, 2014, 2024)

Les données satellitaires utilisées proviennent des capteurs Landsat 4-5 TM et Landsat 8 OLI, offrant une résolution spatiale de 30 mètres. Elles ont été téléchargées à partir de la plateforme EarthExplorer de l'USGS (United States Geological Survey), accessible à l'adresse suivante : https://earthexplorer.usgs.gov (tableau 1). Ces images multi-temporelles ont été sélectionnées de manière à couvrir trois dates de référence (2004, 2014 et 2024), permettant ainsi de réaliser une analyse diachronique des dynamiques d'occupation du sol. Leur traitement a servi à produire des cartes thématiques illustrant l'évolution de l'urbanisation dans la commune de Diamniadio sur une période de vingt ans.

Tableau 1 : Données d'imagerie satellitaire utilisées

Satellite	Capteurs	Heure	Date	Résolution (m)
Landsat 5	TM	11 :22 :11	2004-04-24	30
Landsat 8	OLI et TIRS	11 : 27 : 02	2014-05-29	
		11 : 26 : 56	2024-05-16	

Source : BA Abibatou, Juin 2025

1.1.2. Données cadastrales et administratives

Les données administratives, notamment les limites de la zone d'étude ainsi que les limites des quartiers, ont été collectées auprès de l'Agence Nationale de l'Aménagement du Territoire.

Par ailleurs, les données cadastrales, incluant les sections cadastrales et les plans de lotissement, proviennent des services du cadastre de Diamniadio. Ces données ont permis d'intégrer une dimension foncière fine à l'analyse spatiale et de croiser les dynamiques d'occupation du sol avec les réalités administratives et juridiques du territoire.

1.2. Traitement des images satellitaires

Les images satellitaires ont été traitées suivant une chaîne méthodologique standard en télédétection, à l'aide du logiciel ArcGIS version 10.8. Cette approche repose sur plusieurs étapes successives allant du prétraitement à la classification, puis à l'évaluation de la précision.

1.2.1. Extraction de la zone d'étude

Les images satellitaires ont d'abord fait l'objet de corrections radiométriques et atmosphériques afin de réduire les distorsions liées aux conditions d'acquisition (aérosols, humidité, angle solaire). Après la composition colorée des bandes spectrales, une extraction de la zone d'étude a été réalisée à partir des limites administratives. Cette étape vise à restreindre l'analyse à l'emprise pertinente, facilitant ainsi le traitement des données et améliorant la précision de l'interprétation visuelle et des analyses ultérieures.

1.2.2. Classification supervisée par la méthode du maximum de vraisemblance

La classification des images repose sur une approche supervisée utilisant l'algorithme du maximum de vraisemblance (*Maximum Likelihood Classification*), largement utilisé en télédétection pour sa robustesse statistique. Cinq classes d'occupation du sol ont été définies : bâti, végétation, terres agricoles, plans d'eau et sols nus. Cette méthode consiste à associer chaque pixel à la classe à laquelle il a la plus forte probabilité d'appartenir, sur la base de ses caractéristiques spectrales. Des échantillons d'apprentissage (*training samples*) ont été sélectionnés pour chacune des classes, permettant de calibrer le modèle de classification. Les signatures spectrales ainsi obtenues ont servi à classifier l'ensemble des pixels de l'image. Les résultats de la classification ont ensuite été exploités pour extraire spécifiquement la classe « bâti ». Les couches correspondantes ont été exportées sous format vectoriel (shapefile), puis agrégées afin d'analyser la dynamique spatio-temporelle du tissu urbain sur la période étudiée.

1.2.3. Validation de la classification

La précision des classifications a été évaluée à l'aide de matrices de confusion, qui permettent de comparer les classes issues de la classification avec des données de référence. La matrice de confusion présente un tableau croisé entre les classes estimées et les classes réelles. Chaque colonne correspond aux classes issues de la classification, tandis que chaque ligne représente les classes de référence. L'objectif est d'obtenir une diagonale principale maximisée, traduisant un fort taux de pixels

correctement classés. L'exactitude globale (Overall Accuracy) est calculée selon la formule suivante : Exactitude Globale = Somme des pixels correctement classés / Nombre total de pixels En complément, l'indice de Kappa (K) a été mobilisé afin de mesurer le degré d'accord entre la classification et la réalité de terrain, en tenant compte du hasard. Il est calculé selon la formule :

K = (N*A-B) / (N^2-B)

Où:

- N représente le nombre total d'observations ;
- A représente la somme des pixels correctement classés (diagonale de la matrice) ;
- B représente la somme des produits des totaux marginaux des lignes et des colonnes.

L'évaluation combine l'exactitude globale et le coefficient de Kappa. Ces indicateurs sont interprétés conjointement, sans faire reposer la validation sur un seuil unique ; l'objectif est de vérifier que les classifications présentent un niveau d'accord suffisant pour soutenir la comparaison diachronique (Congalton, 1991 : 40). Une validation spécifique a été réalisée pour l'image de 2004, afin de garantir la fiabilité de la classification sur l'ensemble de la série temporelle.

Tableau 2 : Matrice de confusion pour l'année 2004

Réalité / Classification	Bâti	Végétation	Terres agricoles	Eau	Sol nu	Total
Bâti	10	4	1	0	2	17
Végétation	0	155	0	0	0	155
Terres agricoles	0	0	55	0	2	57
Eau	0	0	0	10	0	10
Sol nu	6	4	2	0	25	37
Total	16	163	58	10	29	**276**

❖ **Application numérique**

- **Coefficient de Kappa276**

K= (276*255-30016) / (²-30016) = 0,87

Ainsi, le coefficient de Kappa obtenu est de **K = 0,87**. Cette valeur traduit un **excellent niveau d'accord** entre la classification et les données de référence, selon les seuils d'interprétation généralement admis dans la littérature scientifique. Elle atteste de la **fiabilité élevée** des résultats issus de la classification supervisée.

- **Exactitude globale (EG)**

L'exactitude globale est déterminée par la formule : **EG = A / N**

EG = 255 / 276 = 0,92, soit 92% des pixels bien classés

L'exactitude globale obtenue est donc de 92 %, ce qui signifie que 92 % des pixels ont été correctement classés. Les résultats combinés du coefficient de Kappa (0,87) et de l'exactitude globale (92 %) indiquent une très bonne performance de la classification. Ces valeurs confirment la

robustesse de la méthode du maximum de vraisemblance appliquée, ainsi que la qualité des données d'apprentissage utilisées.

✓ **Vérification de la classification de l'image de 2014**

Une étape de vérification spécifique a été réalisée pour l'image de 2014, afin de s'assurer de la cohérence et de la fiabilité des résultats sur l'ensemble de la série temporelle. Cette validation renforce la crédibilité des analyses diachroniques menées dans le cadre de cette étude.

Tableau 3 : Matrice de confusion pour l'année 2014

Réalité /Classification	Bâti	Végétation	Terres agricoles	Eau	Sol nu	Total
Bâti	12	2	5	0	6	25
Végétation	1	159	2	0	5	167
Terres agricoles	3	4	51	0	2	60
Eau	0	0	0	16	0	16
Sol nu	4	6	10	0	35	55
Total	20	171	68	16	48	**323**

❖ **Application numérique :**

- **Indice de Kappa**

K= (323*273 - 36033) / (323² - 36033) = 0,76

Ainsi, le coefficient de Kappa obtenu est de K = 0,76.
Cette valeur traduit un niveau d'accord substantiel entre la classification et les données de référence. Selon les seuils généralement admis, elle indique une bonne qualité de classification, bien que légèrement inférieure à celle obtenue pour l'image de 2014.

- **Exactitude globale (EG)**

L'exactitude globale est déterminée par la formule suivante :
EG = 273 / 323 = 0,84, soit 84%, ce qui signifie que 84 % des pixels ont été correctement classés.

Les valeurs du coefficient de Kappa (0,76) et de l'exactitude globale (84 %) indiquent une performance satisfaisante de la classification pour l'image de 2014. Cette performance, légèrement inférieure à celle de 2004, demeure suffisante pour l'analyse diachronique, sous réserve de considérer les confusions résiduelles entre classes spectrales proches.

✓ **Vérification de la classification de l'image de 2024**

Une étape de validation spécifique a été réalisée pour l'image de 2024 afin de garantir la fiabilité des résultats. Cette vérification confirme la cohérence globale de la classification et permet d'assurer la comparabilité des analyses diachroniques sur l'ensemble de la période étudiée.

Tableau 4 : Matrice de confusion pour l'année 2024

Réalité / Classification	Bâti	Végétation	Terres agricoles	Eau	Sol nu	Total
Bâti	115	1	3	0	5	124
Végétation	2	25	6	0	6	39
Terres agricoles	1	5	48	0	1	55
Eau	0	0	0	20	0	20
Sol nu	6	2	10	0	42	60
Total	124	33	67	20	54	298

❖ **Application numérique :**

- **Coefficient de Kappa :**

K= (298*250 - 23988) / (298² - 23988) = 0,77. On obtient : **K= 0,77**

Cet indice de Kappa (soit 77%) obtenu nous permet de conclure que les résultats de cette classification sont statistiquement bons.

- **Exactitude Générale :**

EG = A / N ; EG = 250 / 298 = 0,83, soit 83%

✓ Résumé de la validité des classifications effectuées

- 2004 : Kappa = 0,87 ; exactitude = 92 %
- 2014 : Kappa = 0,76 ; exactitude = 84 %
- 2024 : Kappa = 0,77 ; exactitude = 83 %

Ces valeurs indiquent une bonne fiabilité des résultats (Congalton 1991 : 39).

1.1. Analyse spatiale

L'analyse spatiale repose sur le calcul de l'indice NDBI et sur les analyses cadastrales.

1.1.1. Calcul de l'indice NDBI pour détecter les zones bâties

Le **NDBI** est un indice spectral utilisé pour détecter les zones urbanisées et les surfaces imperméabilisées (béton, asphalte, toitures, etc.). Il met en évidence les zones bâties par contraste spectral entre l'infrarouge moyen (MIR) et le

proche infrarouge (NIR), (Zha et al., 2003).

$$\mathrm{NDBI} = \frac{(MIR - NIR)}{(MIR + NIR)}$$

MIR : bande du moyen infrarouge
NIR : bande du proche infrarouge

Cette approche intégrée, basée sur les dérivés géomatiques, permet ainsi d'analyser les dynamiques foncières et d'améliorer la gouvernance territoriale dans la commune de Diamniadio, dans un contexte d'urbanisation accélérée.

1.1.2. Analyse SIG des données cadastrales

La cartographie des dynamiques foncières a été réalisée à partir des données cadastrales, notamment les sections cadastrales et les plans parcellaires mis à disposition par le service du cadastre de Diamniadio. Bien que l'ensemble de la commune soit loti, l'analyse vise à quantifier la répartition des parcelles par section cadastrale afin d'identifier les zones à forte densité d'occupation résidentielle, ainsi que celles à vocation industrielle ou agricole où la pression urbaine demeure relativement faible. Sur le plan méthodologique, les parcelles ont d'abord été transformées en entités ponctuelles à l'aide de l'outil de génération de centroïdes disponible dans la boîte à outils de géométrie du logiciel QGIS. Cette étape permet de simplifier l'analyse spatiale en convertissant les entités surfaciques en points représentatifs. Ensuite, l'outil « Compter les points dans les polygones » a été utilisé afin de calculer le nombre de centroïdes (représentant les parcelles) contenus dans

chaque section cadastrale. Cette opération a permis de quantifier le niveau d'occupation foncière à l'échelle des unités administratives de référence. Enfin, les résultats obtenus ont fait l'objet d'une classification thématique, permettant de cartographier les différents niveaux d'appropriation foncière. Cette catégorisation met en évidence les gradients de pression foncière et facilite l'identification des zones de forte concentration parcellaire, en lien avec les dynamiques d'urbanisation et de spécialisation fonctionnelle du territoire.

1.4. Indicateurs quantitatifs de dynamique de l'occupation du sol

À partir des superficies classifiées de 2004, 2014 et 2024, quatre indicateurs complémentaires ont été calculés : le taux de variation entre deux dates, $TV = [(S_2 - S_1)/S_1] \times 100$; la part territoriale de chaque classe, $P = (S_i/S_t) \times 100$; la vitesse absolue de changement, $V = (S_2 - S_1)/\Delta t$, exprimée en ha/an ; et le taux annuel moyen composé, TCAM = [(S₂/S₁)^(1/n) − 1] × 100. Un indice synthétique de pression paysagère a également été calculé comme le rapport entre la superficie bâtie et la somme des terres agricoles et de la végétation. Ces indicateurs quantifient l'intensité et l'accélération des changements de superficie.

2. Résultats

2.1. Une dynamique de l'occupation du sol à fort caractère urbain

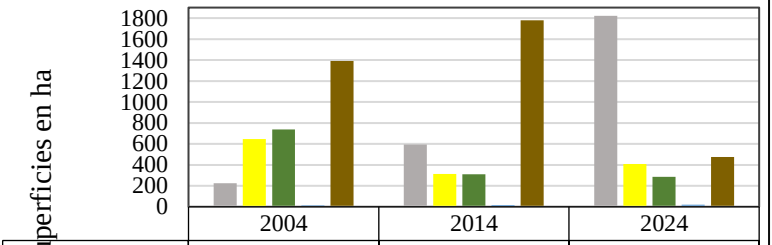
L'analyse diachronique révèle un basculement majeur de la structure territoriale de Diamniadio. Le bâti passe de

223,48 ha en 2004 à 593,02 ha en 2014 puis à 1 822,85 ha en 2024. Sa part dans la superficie étudiée progresse ainsi de 7,42 % à 19,69 %, puis à 60,53 %. En vingt ans, le gain atteint 1 599,37 ha (+715,7 %), soit une multiplication par 8,16 de la superficie bâtie.

L'analyse par sous-périodes monte surtout une nette accélération après 2014. Entre 2004 et 2014, le bâti gagne 369,54 ha (+165,4 %), soit 36,95 ha/an. Entre 2014 et 2024, il gagne 1 229,83 ha (+207,4 %), soit 122,98 ha/an : la vitesse absolue d'expansion est donc environ 3,3 fois plus élevée durant la seconde décennie. Sur 2004-2024, le taux annuel moyen composé du bâti est de +11,06 %/an.

Les autres classes connaissent des trajectoires contrastées. Entre 2004 et 2024, les terres agricoles reculent de 36,8 %, la végétation de 61,4 % et les sols nus de 65,9 %, tandis que l'eau, très minoritaire, augmente de 59,4 %. Les sols nus présentent toutefois une dynamique en deux temps : +27,9 % entre 2004 et 2014, puis −73,3 % entre 2014 et 2024. Cette séquence est concomitante à l'accélération du bâti, sans permettre d'affirmer une conversion directe sans matrice de transition spatiale. Le rapport bâti/(terres agricoles + végétation) passe de 0,16 en 2004 à 0,95 en 2014 et 2,63 en 2024, matérialisant un renversement de la structure paysagère.

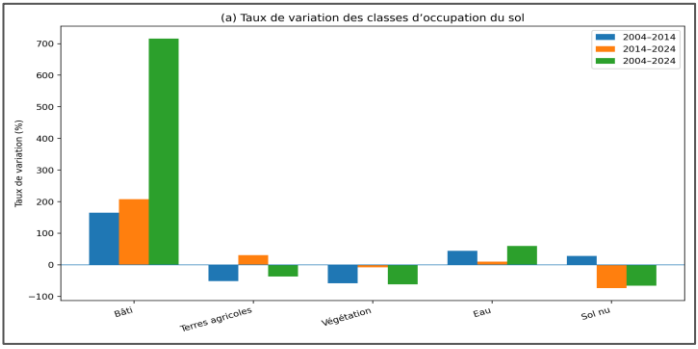
Figure 1 : Superficies en hectares des unités spatiales.

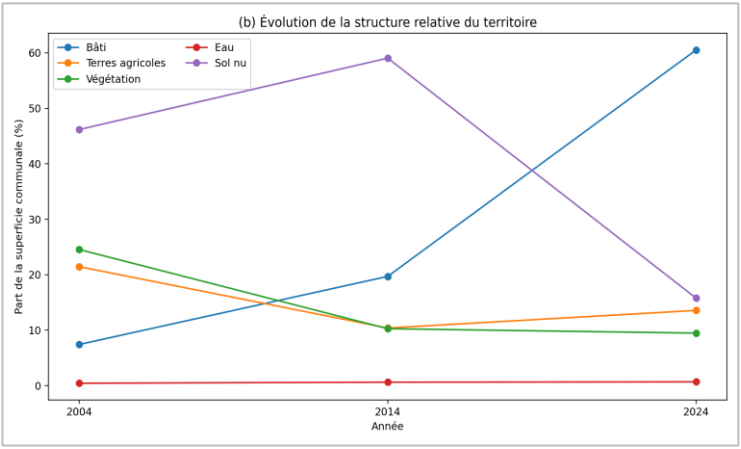


	2004	2014	2024
Bâti	223,483	593,024	1822,85
Terres agricoles	645,793	312,667	408,458
Végétation	738,887	308,988	285,056
Eau	12,807	18,537	20,422
Sol nu	1390,668	1778,422	474,853

Source : BA Abibatou, 2025

Figure 2 : Intensité et structure de la dynamique d'occupation du sol à Diamniadio : (a) taux de variation des classes ; (b) part relative des classes dans la superficie communale.

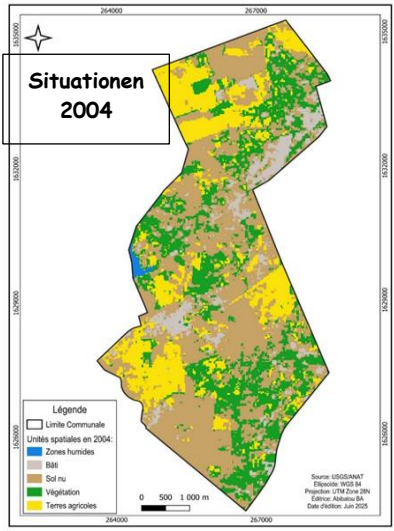


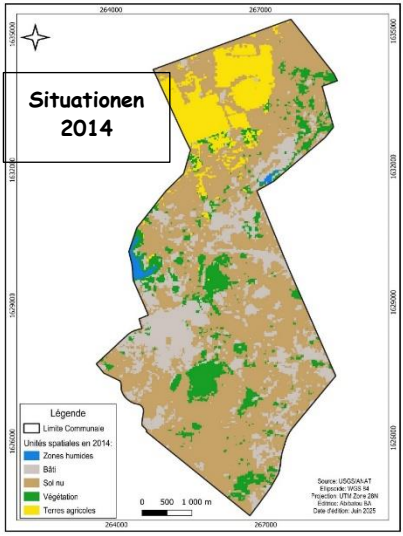


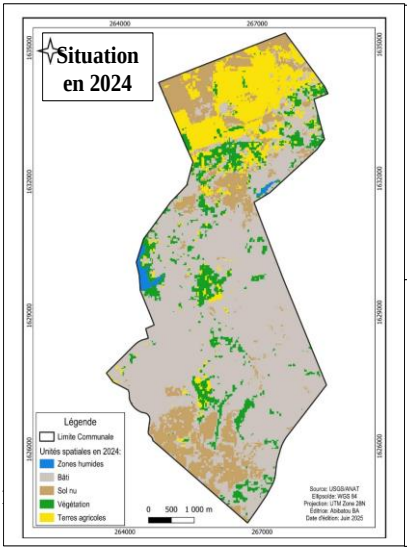
Source : calculs des superficies classifiées, 2004, 2014 et 2024

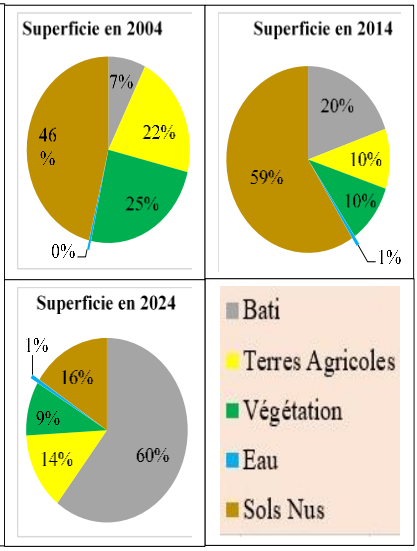
Ces différentes situations d'occupation du sol sont représentées spatialement à la carte 3, qui met en évidence la dynamique marquée des transformations paysagères. L'évolution observée traduit une mutation rapide d'un espace à dominante rurale vers un territoire urbain stratégique, en cohérence avec les orientations du Plan Sénégal Émergent, qui positionne Diamniadio comme un pôle moteur du développement métropolitain. Toutefois, cette expansion du tissu bâti, bien qu'elle témoigne d'une dynamique de modernisation et de restructuration territoriale, soulève d'importants enjeux en matière de gestion foncière. Elle se traduit notamment par une raréfaction progressive du foncier disponible, une intensification des risques de conflits d'usage, ainsi qu'une pression accrue sur les ressources naturelles et les zones humides.

Carte 3 : Représentation spatiale de l'occupation du sol de 2004 à 2024



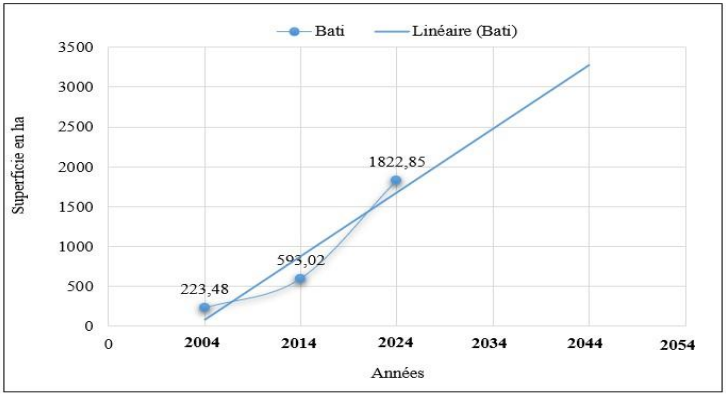






Les surfaces bâties connaissent une croissance très rapide, passant de 223,48 ha en 2004 à 1 822,85 ha en 2024. La progression s'accélère surtout entre 2014 et 2024 (+1 229,83 ha), ce qui confirme le caractère récent et soutenu de l'urbanisation. À titre exploratoire, une extrapolation linéaire de la tendance observée conduit à environ 2 500 ha en 2034 et 3 300 ha en 2044. Ces valeurs ne constituent pas une prévision déterministe : elles décrivent un scénario tendanciel supposant la poursuite des rythmes observés, sans rupture majeure de politique foncière, de disponibilité du sol ou d'investissement.

figure 2 : Evolution de la surface bâtie entre 2004 et 2024

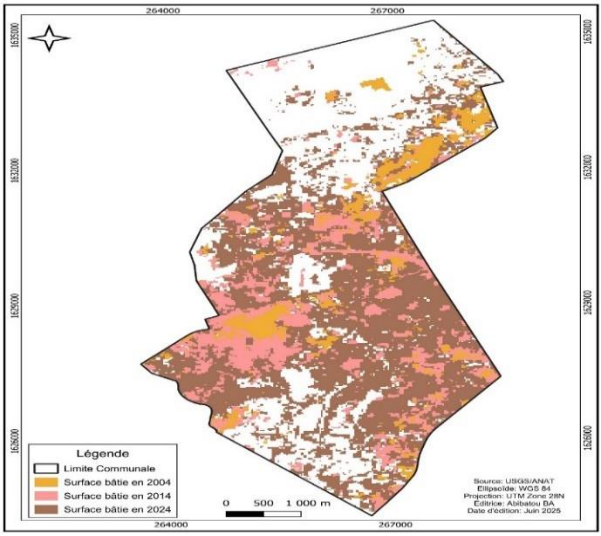


Source : BA Abibatou, 2025

La représentation spatiale des surfaces bâties pour les années 2004, 2014 et 2024 (figure 3) met en évidence une dynamique d'urbanisation de plus en plus marquée, avec une concentration progressive des extensions urbaines vers le centre de la commune et le long des principaux axes routiers.

Cette structuration spatiale traduit l'influence déterminante des infrastructures de transport dans l'organisation du tissu urbain et l'attractivité différenciée des espaces au sein de la commune.

Carte 3 : Spatialisation du bâti entre 2004 et 2024

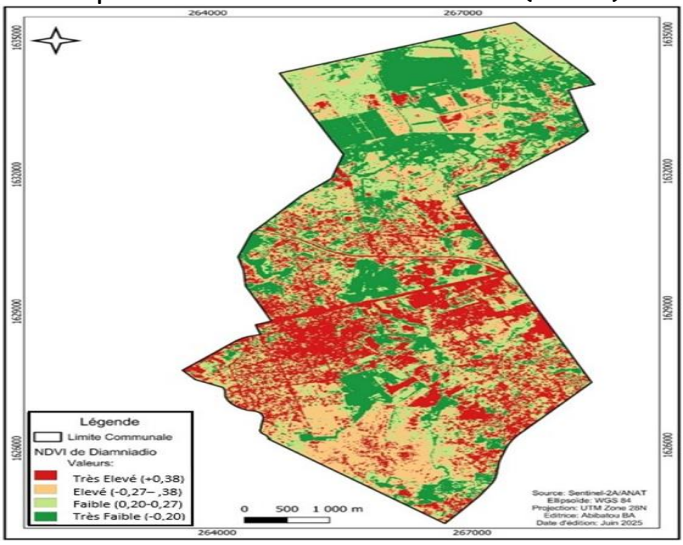


Cette évolution spatiale du tissu bâti est étroitement liée à la mise en œuvre du pôle urbain de Diamniadio, qui constitue le principal moteur de l'urbanisation dans la zone. Le développement d'infrastructures structurantes, d'équipements publics et de zones industrielles a renforcé l'attractivité foncière du territoire, entraînant une accélération significative de la consommation des terres et une recomposition rapide des structures spatiales.

2.2. Indice du bâti (Normalized Difference Built-up Index)

En 2024, la distribution spatiale du NDBI met en évidence les secteurs où la signature spectrale du bâti et des surfaces artificialisées est la plus marquée (carte 4). L'indice NDBI étant normalement compris entre -1 et +1 lorsqu'il est calculé sous sa forme normalisée, son interprétation repose ici sur le contraste relatif des valeurs et leur organisation spatiale, et non sur une valeur brute telle que « +30 ». Les valeurs les plus élevées se concentrent dans les secteurs urbanisés et le long des principaux axes, ce qui concorde avec la progression cartographiée du bâti et suggère une pression foncière accrue.

Carte 4 : Spatialisation de l'indice de Bâti (NDBI) en 2024

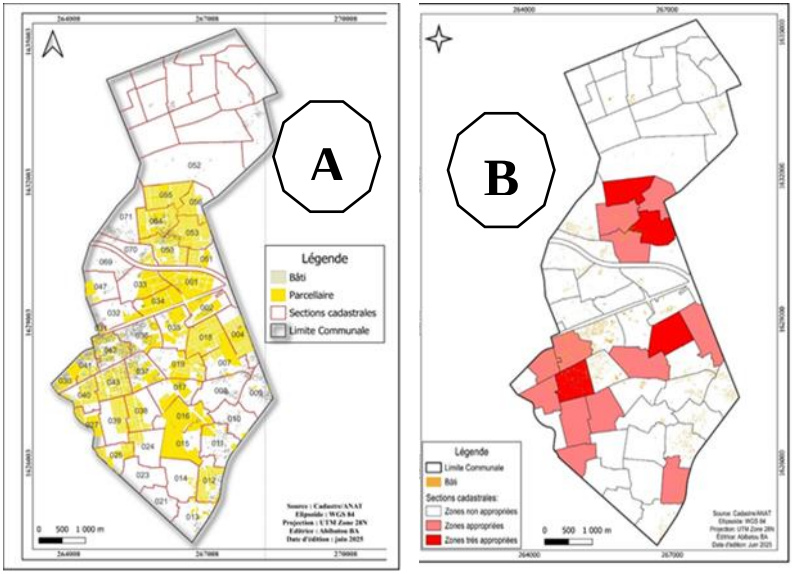


2.3 Une forte pression foncière mais très irrégulière

La carte 5 (A) met en évidence les entités cadastrales ainsi que la répartition des zones bâties, éléments essentiels pour la gestion foncière et la planification urbaine. Elle révèle une expansion significative des espaces urbanisés, traduisant une forte demande en logements, infrastructures et services urbains. Dans ce contexte, la délimitation précise des parcelles cadastrales apparaît comme un levier fondamental pour limiter les conflits fonciers et favoriser un développement territorial maîtrisé et cohérent. Par ailleurs, l'analyse spatiale basée sur les niveaux d'appropriation foncière distinguant les zones non appropriées, appropriées et fortement appropriées, croisée avec la distribution du bâti, met en évidence une forte différenciation des niveaux de pression foncière (carte 5). Trois grandes catégories spatiales se dégagent :

- les zones fortement urbanisées, caractérisées par une pression foncière élevée ;
- les zones intermédiaires, correspondant à des espaces en transition ;
- les zones faiblement exploitées, identifiées comme des réserves foncières potentielles.

Carte 5 : Entités cadastrales et niveaux de pression foncière à Diamniadio en 2024



***A** : Entités cadastrales ; **B** : Niveaux de pression foncière*

Les zones dites très appropriées, concentrées au centre-ouest, au centre-est et au sud-ouest de la commune, coïncident avec les secteurs les plus densément bâtis. Cette superposition spatiale traduit une forte attractivité foncière, principalement liée à la proximité des infrastructures majeures (axes routiers structurants, pôles administratifs et équipements publics) ainsi qu'à l'intensification des dynamiques d'urbanisation. Ces espaces, soumis à une occupation rapide et continue, présentent un risque élevé de conflits d'usage et de spéculation foncière, appelant ainsi à un encadrement rigoureux des mécanismes d'attribution et de gestion du sol.

À l'inverse, les zones non appropriées, localisées principalement au nord-est et au sud de la commune, demeurent faiblement urbanisées. Leur faible niveau d'occupation traduit l'existence d'un potentiel foncier encore sous-exploité, généralement associé à une accessibilité limitée aux infrastructures, à des incertitudes liées au statut foncier ou au maintien d'usages agricoles dominants. Ces espaces constituent des réserves stratégiques pour une urbanisation future maîtrisée, mais également pour la préservation des fonctions agricoles et écologiques du territoire.

Les zones appropriées, qui jouent un rôle d'interface, correspondent à des espaces de transition entre secteurs fortement urbanisés et zones encore rurales. Elles témoignent d'un processus progressif de valorisation foncière et doivent faire l'objet de politiques d'aménagement anticipées afin de prévenir une urbanisation spontanée ou désordonnée. Cette configuration met en évidence la nécessité d'une planification foncière rigoureuse, articulée autour d'un équilibre entre développement urbain, sécurisation foncière et préservation des potentialités rurales.

2.4. Un système d'information foncière intégré

Dans le cadre de cette étude, un système d'information foncière intégré a été conçu à l'aide de l'extension QGIS2Web, permettant la génération d'une carte web interactive. Conformément aux besoins des usagers et des décideurs, les couches prioritaires intégrées concernent le parcellaire, les sections cadastrales, les équipements publics, le réseau routier, l'emprise du Train Express Régional (TER),

ainsi que les quartiers et localités. Après installation de l'extension, intégration des données et paramétrage des couches, la carte interactive a été exportée sous forme de dossier web. Le projet a ensuite été hébergé sur la plateforme Netlify, un service d'hébergement web gratuit accessible à l'adresse : https://www.netlify.com/.
Ce dispositif a permis de déployer et de mettre à jour une carte interactive intitulée **« diamniadio-webmapping »**, accessible en ligne via le lien suivant : **https://diamniadio-webmapping.netlify.app**. Ce système constitue un outil d'aide à la décision facilitant la consultation, l'analyse et la visualisation des données foncières et urbaines.

Figure 3 : Prévisualisation du système d'information foncière intelligent





À Diamniadio, ce système d'information foncière contribue à une meilleure compréhension des transformations territoriales, à l'identification des zones de forte pression

foncière, ainsi qu'à l'amélioration de l'accès et de la diffusion des données spatiales. Il favorise également une approche plus transparente et inclusive de la gestion du territoire, en soutenant une gouvernance plus participative. Dans ce contexte, la géomatique s'impose comme un levier stratégique pour accompagner un développement territorial durable et promouvoir une gestion foncière plus efficace, équitable et anticipative.

3. Discussion

Les résultats mettent en évidence non seulement une expansion urbaine massive, mais surtout un changement de rythme. Le bâti passe de 7,42 % du territoire en 2004 à 60,53 % en 2024, tandis que sa vitesse de progression augmente de 36,95 ha/an en 2004–2014 à 122,98 ha/an en 2014–2024. Cette accélération post-2014 constitue un résultat central : elle montre que la transformation récente ne relève pas d'une croissance linéaire, mais d'une phase d'artificialisation beaucoup plus rapide. Cette dynamique rejoint les travaux montrant que l'expansion urbaine transforme rapidement les espaces périurbains et consomme des surfaces auparavant agricoles ou non bâties (Seto et al., 2012 : 16083 ; Angel et al., 2011 : 12).

La validation des classifications renforce la portée de ce constat. Les coefficients de Kappa compris entre 0,76 et 0,87 et les exactitudes globales de 83 à 92 % indiquent que la série cartographique est suffisamment robuste pour comparer les grandes tendances d'occupation du sol. Ces performances n'éliminent toutefois pas les incertitudes liées à la résolution de 30 m de Landsat, aux pixels mixtes et aux

confusions possibles entre sols nus, surfaces minérales et espaces bâtis. Les résultats doivent donc être interprétés prioritairement à l'échelle des tendances territoriales plutôt qu'à celle de la parcelle.

La spatialisation de la pression foncière montre ensuite une forte hétérogénéité interne. Les secteurs fortement appropriés se superposent largement aux zones densément bâties et aux espaces proches des infrastructures structurantes, tandis que les secteurs périphériques restent moins occupés. Cette organisation confirme que la pression foncière ne résulte pas uniquement de la croissance démographique : elle est aussi produite par l'accessibilité, l'investissement public, la localisation des équipements et les anticipations de valorisation du sol. La lecture cadastrale complète ainsi la télédétection en révélant une dimension institutionnelle et parcellaire que l'image satellite ne peut saisir seule.

Ces observations confortent l'intérêt du cadre de l'administration foncière durable. Pour Williamson et al. (2010 : 45), les infrastructures d'information foncière permettent d'articuler droits, usages et planification. L'approche fit-for-purpose insiste de son côté sur des systèmes adaptés au contexte, progressifs et actualisables plutôt que sur des dispositifs techniquement lourds et difficilement généralisables (Enemark et al., 2014 : 4). À Diamniadio, l'association des données cadastrales, des indicateurs d'occupation du sol et du webmapping correspond précisément à cette logique d'intégration progressive de l'information.

Le système d'information foncière développé constitue ainsi plus qu'un produit cartographique. Il permet de centraliser

et de visualiser les parcelles, sections cadastrales, équipements, axes routiers, emprise du TER, quartiers et localités dans une interface commune. Son intérêt opérationnel réside dans la possibilité de confronter rapidement les transformations physiques du territoire aux structures foncières. Il peut soutenir l'identification des secteurs sous pression, la préparation des arbitrages d'aménagement et l'amélioration de l'accès à l'information, à condition que les données soient régulièrement actualisées et institutionnellement reconnues.

L'extrapolation du bâti à 2034 et 2044 doit cependant être interprétée avec prudence. Elle constitue un scénario tendanciel et non une prévision certaine. La disponibilité foncière, les politiques d'aménagement, les contraintes environnementales, les changements réglementaires et le rythme des investissements peuvent modifier fortement la trajectoire future. Son intérêt est surtout prospectif : elle montre l'ampleur de la consommation d'espace qui résulterait de la poursuite de la tendance récente et justifie l'anticipation des besoins de régulation.

Plusieurs limites doivent enfin être soulignées. La résolution spatiale des images Landsat ne permet pas une lecture parcellaire fine ; les dates d'acquisition espacées de dix ans peuvent masquer des fluctuations intermédiaires ; et la pression foncière est approchée principalement par des indicateurs spatiaux et cadastraux, sans intégrer systématiquement les prix du foncier, les transactions, les litiges ou les perceptions des acteurs. Une étape ultérieure devrait combiner imagerie à très haute résolution, séries temporelles plus denses, données transactionnelles et

enquêtes auprès des acteurs afin d'évaluer plus directement les mécanismes de spéculation et de conflit.
Malgré ces limites, l'étude montre que l'intégration de la télédétection, des SIG, du cadastre et du webmapping fournit un cadre cohérent pour passer du diagnostic spatial à l'aide à la décision. La contribution principale réside donc moins dans un outil isolé que dans l'articulation de plusieurs dérivés géomatiques au sein d'une chaîne d'information territoriale. Dans un contexte d'urbanisation rapide, cette articulation peut contribuer à une gouvernance foncière plus anticipative, à condition d'être accompagnée par des protocoles de mise à jour, d'interopérabilité et de partage entre institutions.

Conclusion

Cette étude montre que Diamniadio connaît une transformation foncière et paysagère exceptionnellement rapide. Le bâti passe de 223,48 ha (7,42 % du territoire) en 2004 à 1 822,85 ha (60,53 %) en 2024, soit +715,7 %. Le résultat le plus structurant est l'accélération après 2014 : la vitesse d'expansion du bâti passe de 36,95 à 122,98 ha/an, soit un rythme environ 3,3 fois supérieur. Parallèlement, les terres agricoles, la végétation et les sols nus reculent respectivement de 36,8 %, 61,4 % et 65,9 % sur l'ensemble de la période.
Le rapport bâti/(terres agricoles + végétation), qui passe de 0,16 à 2,63, confirme le renversement de la structure paysagère. L'analyse cadastrale et géospatiale révèle parallèlement une pression foncière différenciée, plus forte dans les secteurs urbanisés et proches des infrastructures

structurantes. Ces résultats justifient une anticipation foncière renforcée ; les scénarios 2034–2044 doivent cependant rester interprétés comme des extrapolations tendancielles et non comme des prévisions déterministes.

L'apport central de la recherche réside dans l'intégration de ces dérivés géomatiques au sein d'un système d'information foncière et d'un webmapping. Ce dispositif rapproche observation des transformations physiques, organisation cadastrale et diffusion de l'information, et constitue ainsi un support potentiel à la planification, au suivi de la pression foncière et à la coordination des acteurs.

Pour renforcer cette approche, les travaux futurs devront mobiliser des images à plus haute résolution, des séries temporelles plus denses et des données sur les transactions, les conflits et les perceptions des acteurs. L'enjeu est de faire évoluer le prototype vers un système institutionnel actualisable et interopérable, capable d'accompagner durablement la gouvernance foncière de Diamniadio.

Références bibliographiques

ANGEL Shlomo, PARENT Jason, CIVCO Daniel L. et BLEI Alejandro M., 2011. Making Room for a Planet of Cities, Lincoln Institute of Land Policy, Cambridge (Massachusetts), 72 p.

CONGALTON Russell G., 1991, « A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data », Remote Sensing of Environment, vol. 37, n° 1, pp. 35-46. DOI : 10.1016/0034-4257(91)90048-B.

ENEMARK Stig, BELL Keith Clifford, LEMMEN Christiaan et MCLAREN Robin, 2014. Fit-for-Purpose Land

Administration, FIG Publication n° 60, International Federation of Surveyors, Copenhagen, 42 p.
JENSEN John R., 2007. Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective, 2e éd., Prentice Hall, Upper Saddle River.
LAVIGNE DELVILLE Philippe, 2010, « Sécurisation foncière, formalisation des droits, institutions de régulation foncière et investissements : pour un cadre conceptuel élargi », Land Tenure Journal / Revue des questions foncières, n° 1, pp. 5-33.
LONGLEY Paul A., GOODCHILD Michael F., MAGUIRE David J. et RHIND David W., 2015. Geographic Information Science and Systems, 4e éd., Wiley, Hoboken, 496 p.
SETO Karen C., GÜNERALP Burak et HUTYRA Lucy R., 2012, « Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools », Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, vol. 109, n° 40, pp. 16083-16088. DOI : 10.1073/pnas.1211658109.
UN-HABITAT, 2020. World Cities Report 2020: The Value of Sustainable Urbanization, United Nations Human Settlements Programme, Nairobi, 418 p.
WILLIAMSON Ian, ENEMARK Stig, WALLACE Jude et RAJABIFARD Abbas, 2010. Land Administration for Sustainable Development, ESRI Press, Redlands, 487 p.
ZHA Yong, GAO Jay et NI Shun, 2003, « Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery », International Journal of Remote Sensing, vol. 24, n° 3, pp. 583-594.