

UNE VILLE « DEVOREUSE D'ESPACES » : CARTOGRAPHIE DE LA CONSOMMATION D'ESPACE ENTRE 1974 ET 2014 PAR TELEDETECTION A PARTIR DES IMAGES LANDSAT DE THIES (SENEGAL)

Résumé

La consommation d'espace est une forme d'urbanisation qui se généralise dans les villes et provoque inéluctablement l'accroissement des surfaces bâties des centres urbains. La présente étude se base sur le traitement des images LANDSAT¹ de 1974 ; 1994 et 2014 de Thiès. La méthodologie utilisée, allie de façon simultanée le traitement numérique des images satellites par télédétection et l'observation de terrain. Les résultats de la cartographie de l'évolution des unités d'occupation du sol révèlent un accroissement des surfaces bâties sur les zones de végétation. De 1974 à 2014, l'espace bâti de Thiès a conquis chaque année 60,4 ha de terres. Les données indiquent une tendance à la hausse de cette situation, d'où l'urgence de la mise en place de politiques efficaces pour accompagner de façon durable le développement urbain de cette ville.

Mots clés : Consommation d'espace, analyse diachronique, télédétection, LANDSAT, Thiès

Abstract

Land consumption is a form of urbanization that is becoming widespread in cities and inevitably causes an increase in the built-up surface of urban areas. This study bases itself on the processing of LANDSAT pictures in 1974, 1994 and 2004 through Thiès, Senegal. The used methodology combines in a simultaneous digital treatment of satellite pictures and ground examination. The results of the mapping of the units evolution of land use reveal an increase of surfaces built on the vegetation. From 1974 to 2014, the built area of Thiès has conquered 60.4 ha of land each year. The data indicate an upward trend, hence the urgency of the implementation of effective politics to accompany the urban development of this area in a sustainable way.

Keywords: space consumption, diachronic analysis, Remote sensing, LANDSAT, Thiès

¹ Abréviation qui signifie observation satellite.

Introduction

En s'étalant, la ville supprime des espaces agricoles ou naturels fragilisés par la détérioration des conditions climatiques et les actions anthropiques. Le changement d'usage de ces sols peut être considéré comme de la consommation d'espace (Camille et al. 2012 ; Antoni. & Youssoufi, 2007). En effet, selon une étude réalisée par Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS), en 2000, la couverture urbaine mondiale représentait 0,5 % de la totalité des terres émergées. En 2030, les villes grandissant de plus en plus vite, la surface de l'espace urbain, devrait tripler et gagner 1,2 million de km², soit 110 km² par jour au détriment des espaces agricoles voire naturels (Karen C. et al. 2012). Les villes africaines foncièrement horizontales, ne sont pas en reste et constituent de grandes « dévoreuses » d'espace (Antoine, 1997 & Tepe, 2005). Deux outils permettent de mesurer cette consommation d'espace: les statistiques et la cartographie (Camille et al, 2012). Cette dernière est utilisée dans cet exercice pour la disponibilité des images satellites et la connaissance empirique de la zone d'étude.

Depuis quelques décennies, les villes ouest-africaines connaissent de profondes mutations, particulièrement à leurs périphéries. En effet, la sous-région ouest-africaine comptait 312,2 millions d'habitants en 2011 dont 140,1 millions d'urbains, soit 44,9 % de la population totale (ONU-Habitat, 2014). On s'attend, selon toujours la même source, à ce que cette proportion atteigne 65,7 % en 2050. Les États ouest-africains se trouvent donc aux prises avec l'accélération de l'expansion des villes. Plusieurs facteurs participent à ce processus : la croissance démographique, le dynamisme économique, les flux migratoires, la mobilité résidentielle, situations observées à Thiès.

Thiès est une région très urbanisée par rapport aux autres régions du pays, avec un taux au-dessus de la moyenne nationale, atteignant 48,8 %² ; ce qui la place en deuxième position après Dakar (96,5 %). Située entre 16°55'29" de longitude Ouest et 14°47'26" de latitude Nord, la commune est entourée de partout par les collectivités territoriales de Keur Moussa, de Fandène et est située sur la ligne du chemin de fer Dakar-Niger. Elle constitue un nœud important de communications ferroviaire et routière et un point stratégique dans l'architecture du Sénégal. Elle représente avec Dakar et Mbour, le Triangle le « *plus utile* » du pays (ANAT, 2015) avec 317 763 habitants au dernier Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) de 2013³ et se développe en « tache d'huile » avec une annexion des zones rurales (Tepe, 2005). Cela pose de réelles difficultés dans l'accès aux besoins fondamentaux des populations (habitat, transport, sécurité, accès à la voirie et réseaux divers, etc.), mais corrélativement au rétrécissement des superficies agricoles et des espaces naturels des collectivités mitoyennes (Diouf, 2017).

La consommation d'espace est l'une des faits urbains les plus marquants et les plus actuels observés dans les villes africaines. Cette recherche vise à analyser sur un intervalle de quarante (40) années la problématique de la consommation d'espace de la ville de Thiès et les logiques de fonctionnement de ses mutations urbaines. Le recours à la télédétection spatiale⁴ constitue une source de données pertinente pour la planification urbaine mais aussi à la compréhension de la dynamique spatiale de la ville (Dureau et Weber, 1995).

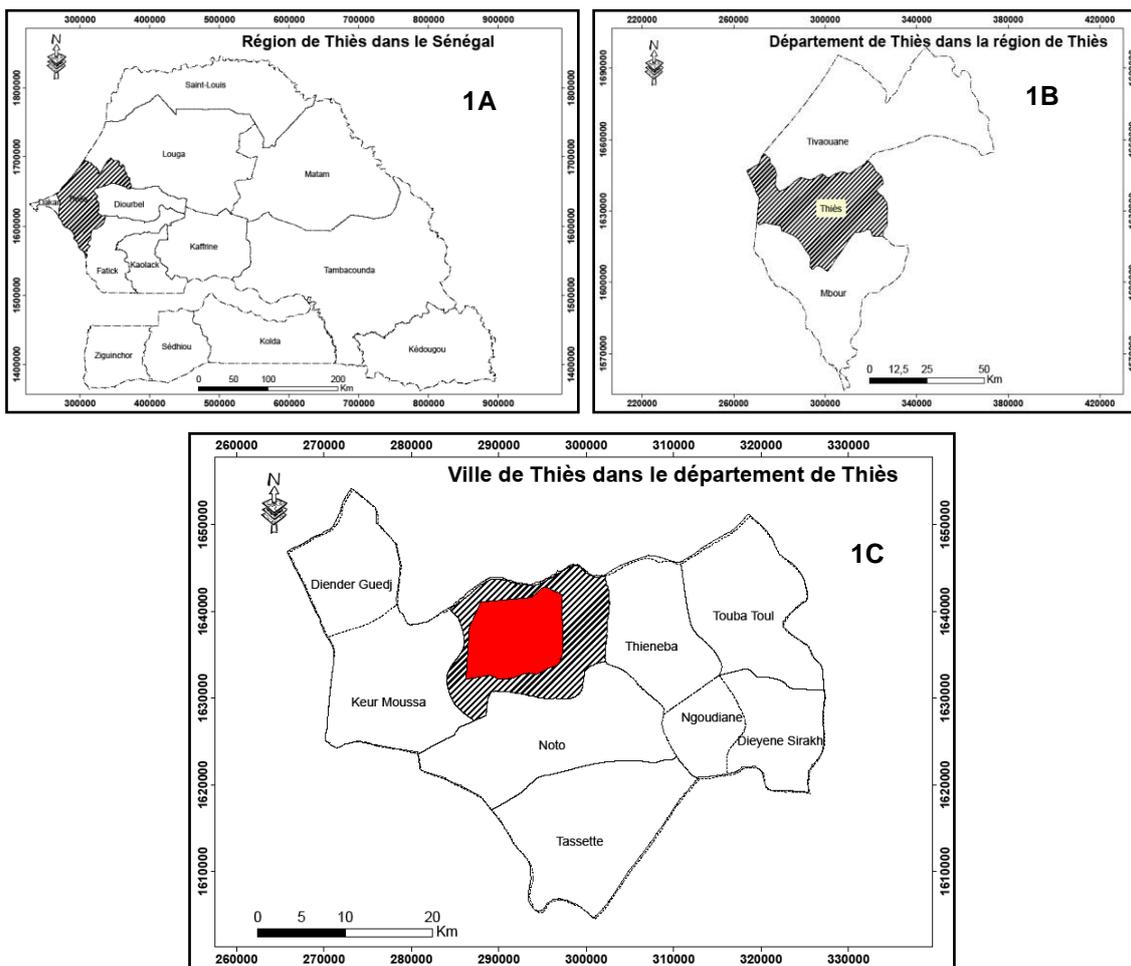
Après avoir exposé la démarche méthodologique ayant guidé la collecte et le traitement des données, le présent article traite, dans un premier temps, sur une période quarante (40) années la dynamique spatiale de la ville de Thiès à travers les unités d'occupation du sol regroupées en trois (03) classes : le bâti, les sols nus et la végétation. Il aborde, dans un second temps, les mutations spatio-temporelles

² République du Sénégal : Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie ; RGPHAE 2013 ; Rapport définitif ; Septembre 2014 ; 431 p.

³ RGPHAE 2013 ; idem.

⁴ La télédétection (spatiale) est l'ensemble des connaissances et des techniques utilisées pour déterminer les caractéristiques de la surface terrestre par des mesures effectuées à partir d'un engin spatial évoluant à distance convenable. Les images sont collectées et traitées à partir de logiciels cartographiques.

à travers l’analyse des matrices de croisement des données. La série de cartes suivante situe la zone d’étude dans le Sénégal.



Légende

- Limite région
- Limite département
- Limite autres communes
- Zone intéressée par l'étude
- Ville de Thiès

Réalisation : Diouf B. Mars 2019
 UTM (WGS84, Fuseau 28N).
 Source fond de carte : DTGC/ANAT/CSE

Figure n°1 : Localisation de la ville de Thiès dans le Sénégal

1. Outils et méthodes

1.1. La collecte des données

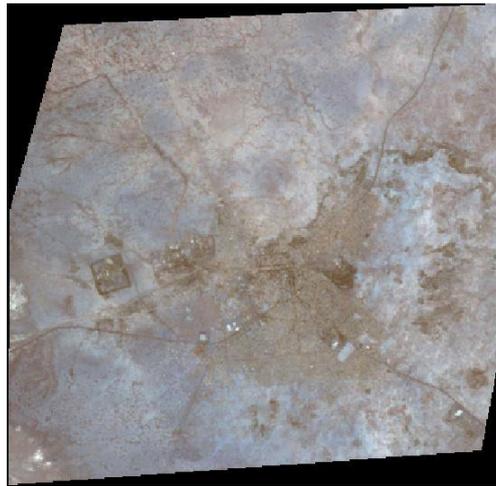
Depuis quelques décennies, il existe des couvertures globales de la Terre accessibles via internet⁵. Les images utilisées proviennent du site de l’United States Geological Survey (USGS). Le tableau suivant fait un récapitulatif des images obtenues :

⁵Les images Landsat sont devenues gratuites, accessibles et librement téléchargeables depuis juillet 2008 à partir de différents sites de Landsat et de l’U.S. Geological Survey (USGS): www.landcover.org; www.glovis.usgs.gov ; <http://earthexplorer.usgs.gov>;

Tableau n°1 : Récapitulatif des images acquises

Années	Date de prise des images	Types d'image	Résolution
1974	Mai 1974	Landsat MSS	60 m
1994	Mai 1994	Landsat TM	30 m
2014	Mai 2014	Landsat OLI	15 m

Source: United States Geological Survey (USGS)

**Figure n°2 : Image LANDSAT 5 TM de Thiès en 1994**

Source: Site United States Geological Survey

Les trois (03) images satellites optiques⁶ utilisées, proviennent respectivement des capteurs MSS (Multispectral Scanner System), TM (Thematic Mapper) et OLI (Operational Land Imager) de Landsat et disposent des caractéristiques suivantes :

- le capteur Multi-Spectral Scanner (MSS) de type mécanique (6 détecteurs), embarqué depuis 1972 à bord de Landsat 1-3;
- le capteur Thematic Mapper (TM) est plus performant que le MSS avec 16 détecteurs. Il est embarqué depuis 1982 à bord de LANDSAT 4 et 5 ;
- le capteur OLI est un radiomètre multispectral qui acquiert des images dans neuf (09) bandes spectrales allant du visible au moyen infra-rouge. Sept (07) de ces bandes spectrales étaient déjà présentes sur l'instrument ETM+de Landsat-7. Deux canaux supplémentaires ont été ajoutés, destinés principalement à la correction atmosphérique (canal bleu à 440 nm) et à la détection des nuages (1380 nm). Il est embarqué depuis le 11 février 2013 à bord de Landsat 8/LDCM.

D'autres fichiers de données *Shapefile* en format vecteur (lignes, points, polygones), obtenus au niveau du Centre de Suivi Ecologique de Dakar (CSE) et à la Direction des Travaux Géographiques et Cartographiques (DTGC) sur la totalité de la zone urbaine de Thiès, ont été mis à contribution. Cette base de données, bien référencée, a facilité les localisations dans l'espace des différentes entités intéressant l'étude. Pour rappel, il faut préciser que Thiès a connu deux (02) décrets (1956 et 1978)

⁶ <http://www.institut-numerique.org/22-historique-de-la-teledection-52eca9e7582a9>.
https://fr.wikipedia.org/wiki/Programme_Landsat (consulté le 17/12/2015).

instituant ses limites officielles⁷. Entre-temps, la ville n'a cessé de croître au-delà de ses limites et pour des raisons techniques (superposition des couches) et de commodité, les limites modifiées de 2014 ont été utilisées comme situation de référence pour l'analyse des données.

1.2. Le traitement des données

La boîte à outils sollicitée dans le cadre de cette étude contient les logiciels suivants : le logiciel de traitement d'image ENVI 5.2 pour les compositions colorées et la classification supervisée en usant des méthodes conventionnelles d'évaluation de la précision thématique d'une carte, qui s'étendent de 0 à 1 (indice Kappa) et le logiciel SIG ArcGIS 10.2 pour la numérisation et la création des cartes d'occupation du sol et des cartes des changements d'états de l'occupation du sol. L'image ci-dessous montre la composition colorée des bandes 4-3-2 :

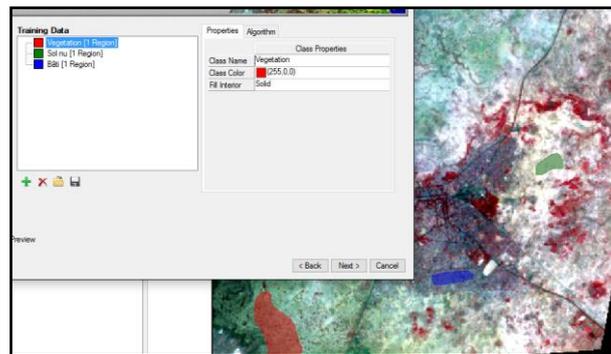


Figure n°3 : Composition colorée des bandes 4-3-2 et identification des unités d'occupation du sol.

Source : Traitement des images Diouf B., 2015

Pour mesurer la consommation d'espace, l'étude se base sur l'analyse de l'évolution de trois (03) unités d'occupation du sol:

- le bâti : il regroupe l'ensemble des équipements et des zones d'habitation. Il est reconnaissable par une structure très homogène, une texture ponctuée, une forme hexagonale et une couleur grise foncée ou bleue très claire. Sa géométrie nette, est en relation avec la forme des îlots, des routes ainsi que des ouvrages particuliers tels que les établissements publics ;
- les sols nus : ils regroupent l'ensemble des sols dénudés et sont reconnaissables par leur forme massive et leur couleur rosée, beige ou blanche. Ils sont localisés dans les interstices du bâti et à la périphérie, entre les zones habitées et la végétation ;
- la végétation : elle regroupe les formations végétales et les zones de cultures. Elle est reconnaissable sur les images par des formes géométriques nettes mais irrégulières, caractéristiques des champs extensifs et des vergers. D'une manière générale, elle se présente sous forme de mosaïque de figures géométriques de couleur vert clair et rouge vif.

La suite de cette démarche repose sur la classification supervisée avec vérification sur le terrain, l'extraction de l'information spatiale selon les thèmes contenus dans les images et la cartographie des changements via l'outil Overlay. L'image ci-dessous montre le résultat de la classification supervisée :

⁷ Diouf B. (2017). Assainissement public et pratiques populaires à Thiès : un espace urbain dynamique ; Thèse de doctorat unique ; Département de Géographie ; FLSH/UCAD ; 373p.

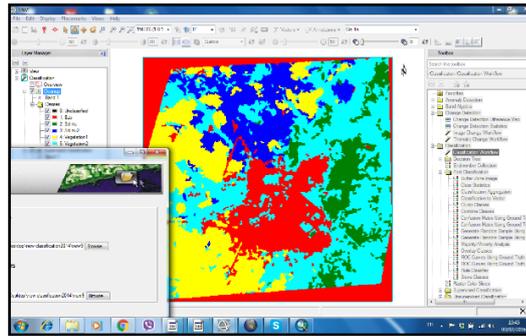


Figure n°4 : Résultat de la classification supervisée de l'image LANDSAT TM 1994

Source : Traitement des images Diouf B., 2015

A la suite de cette phase, une analyse bi-diachronique des unités d'occupation du sol est faite et elle se traduit généralement par trois cas de figure : modification, conversion, stabilité.

L'analyse est ici, basée sur deux cas de figure⁸. Il s'agit des « conversions » qui s'opposent aux situations de « stabilité ». Par « conversion », il faut comprendre le passage d'une catégorie à une autre comme par exemple sol nu qui devient bâti ou parfois des zones de végétation qui deviennent des sols nus (Sarr M.A., 2009). Par contre, le terme « stabilité » s'applique à l'ensemble des classes qui sont restées dans la même classe entre différentes dates, c'est-à-dire n'ayant été affectées ni par les modifications, ni par les conversions.

La fonction de croisement (Tabulate areas) de *Arc Toolbox* du logiciel SIG *ArcGis 10.2*, a permis de discerner les relativités analytiques des caractéristiques changeantes de l'espace.

2. Résultats

L'analyse de l'évolution des unités d'occupation du sol passe par la présentation des images 1974, 1994 et 2014 ainsi que de leurs statistiques respectives qui montrent les mutations de Thiès en quarante (40) années.

Le recouplement des couches en analyse bi-diachronique permet de montrer les dynamiques spatiales de l'agglomération urbaine suivant les périodes 1974-1994 ; 1994-2014.

Tableau n°2 : Superficies des unités d'occupation du sol de 1974, 1994 et 2014

Unités	Années					
	1974		1994		2014	
	Sup. (ha)	Prop. en %	Sup. (ha)	Prop. en %	Sup. (ha)	Prop. en %
Bâti	838	8,9	1685,7	18,0	3252,7	34,7
Sol nu	2722,8	29,1	4743	50,6	3986,4	42,6
Végétation	5803,8	62,0	2935,9	31,4	2125,5	22,7
Total	9364,6	100,0	9364,6	100	9364,6	100,0

Source : Base de données Diouf B., 2015

Sup. : Superficie ; ha : hectare ; Prop. : Proportion

⁸ La modification suppose des changements à l'intérieur d'une même unité d'occupation du sol comme par exemple savane arbustive qui devient steppe arbustive ou vice versa.

2.1. Etat de l'occupation du sol en 1974

En 1974, les unités d'occupation du sol retenues se présentaient ainsi :

- le bâti couvrait une superficie de 838 ha, soit 8,9 % de la superficie de la zone étudiée ;
- les sols nus couvraient 2722,8 ha, soit 29,1 % de la superficie totale ;
- les formations végétales quant à elles, couvraient la plus grande partie du cadre d'étude en 1974 avec 5803,8 ha, soit 62,0 % de la superficie totale. L'importance de la végétation est liée essentiellement au fait que la ville disposait non seulement d'assez de réserves foncières, ouvertes aux cultures périurbaines avec les champs de culture et les vergers, mais aussi l'empiètement de la limite communale dans le domaine des deux forêts classées de Pout et Thiès. Le graphique ci-dessous montre l'état de l'occupation du sol en 1974.

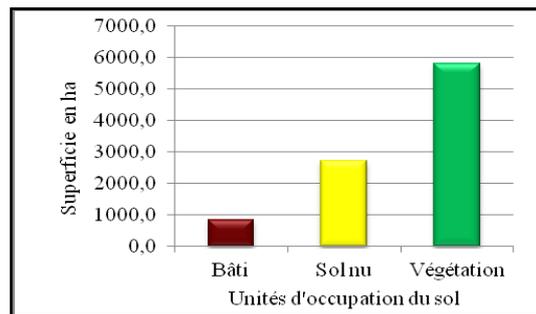


Figure n°5 : Etat de l'occupation du sol en 1974.

Source : Base de données Diouf B., 2015.

La figure suivante présente l'état de l'occupation du sol en 1974.

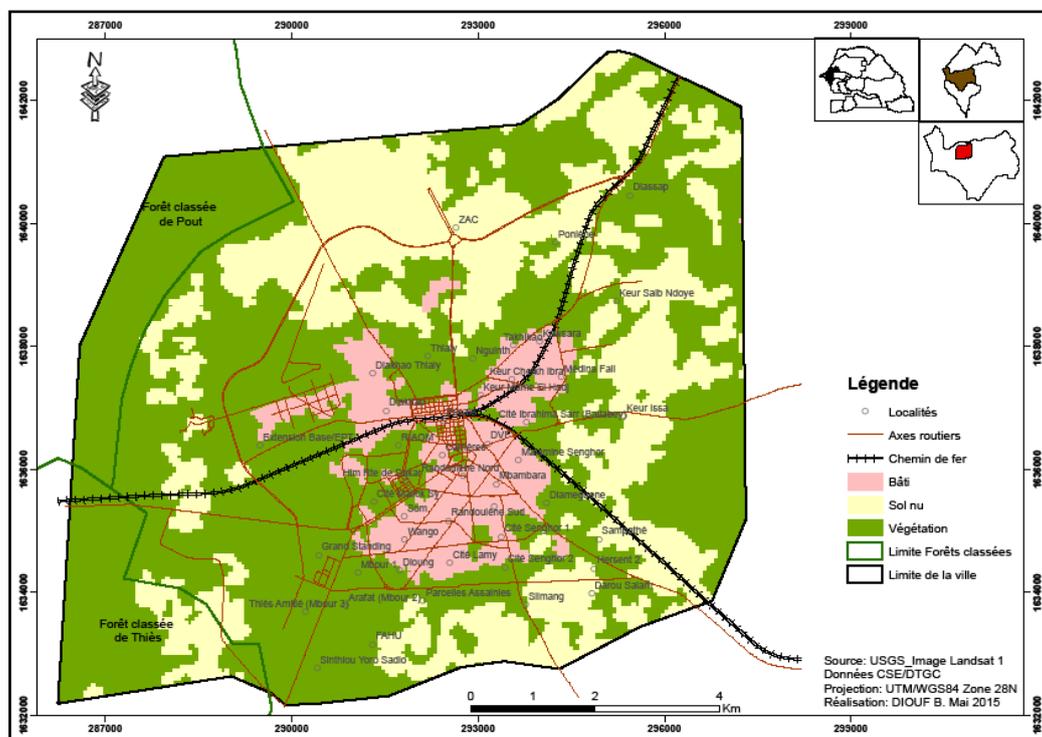


Figure n°6 : Occupation du sol en 1974.

L'extension de Thiès, à cette période, s'est faite particulièrement vers le Sud-ouest et l'Ouest, axée sur la route de Mbour. Les actions d'urbanisme pour la réalisation de projets ont entraîné la délimitation d'un nouveau périmètre communal décidé par décret n° 78-401 du 09 Mai 1978⁹, la superficie communale passe de 1350 ha en 1956 à 6822 ha vers 2000. On assiste à l'intégration dans le périmètre urbain de Thiès de plusieurs villages périphériques¹⁰ : Thiès None, Keur Saib Ndoye, Keur Modou Ndiaye, Silmang, Thiapong, Diassap, Poniène, Thionakh, Keur Issa Mbambara, Keur Dago, Dioung, Boula Noir, Keur Lamane Khar, Nguinth Peulh.

Au Sud, l'habitat planifié est resté très faible. Il existe également une zone d'habitat spontané central constituée par Mbambara et Cité Senghor, quartiers assez denses, au paysage urbain sommaire et vétuste.

Par ailleurs, dans le souci d'éviter un développement urbain déséquilibré et favoriser en même temps une meilleure organisation des extensions, un plan a été élaboré, le Plan Directeur d'Urbanisme (PDU) de 1981. Ce plan avait prévu une autoroute visant à relier Dakar et Saint-Louis avec un raccordement sur Thiès à 5 km au Nord afin de développer les infrastructures urbaines et industrielles. Dans ce projet, Thiès allait jouer un rôle de centre économique et culturel.

Ainsi pour le développement de la ville, les mesures suivantes étaient prévues :

- intégration des infrastructures, urbanisation et densification des quartiers urbains ;
- réalisation de la zone industrielle ;
- programmation d'opération Habitat à Loyer Modéré (HLM) faisant fonction de greffe dans les zones mal exploitées et des pôles dans les zones à moindre densité ;
- création d'un secteur de parcelles assainies au sud-ouest et extension des quartiers dans cette partie de la ville ;
- développement des infrastructures urbaines.

Ce plan montre la grande ambition des pouvoirs publics de l'époque. Seulement, une contrainte importante se présente : le manque de moyens financiers. Néanmoins, certains points ont été réalisés : la création des parcelles assainies et l'extension de l'habitat au Sud-ouest de la ville (après les quartiers de Grand Standing, Mbour 3, etc.).

2.2. Etat de l'occupation du sol en 1994

Jusqu'en 1980, les facteurs liés à la recherche d'emploi et à la migration expliquent la croissance qui se fait à la périphérie avec une prédominance pour la partie Sud. La tendance se poursuit au cours des années suivantes, avec un développement quasi exclusif de la ville vers le Sud plus précisément sur l'ancienne limite communale (rocade sud). On assiste à l'occupation des anciens lotissements localisés à la périphérie comme celui de Mbour 3, FAHU sur le côté Est de la route de Mbour à partir des années 90. Pendant cette période, les différentes unités d'occupation du sol se présentaient de la façon suivante :

- le bâti couvrait une superficie de 1685,7 ha, soit 18 % de la superficie étudiée ;
- les zones de végétation couvraient 2935,9 ha, soit 31,4 % de la superficie totale ;
- les sols nus quant à eux, couvraient la plus grande partie de la zone avec 4743 ha, soit 50,6 % de la superficie totale. La raison de cette importance des surfaces dénudées est liée essentiellement au fait que la ville a connu d'importants programmes de lotissements. La spéculation foncière se fait et continue à se faire au détriment des zones de végétation. La

⁹ Journal officiel du Sénégal : 123^e année N° 4638 Samedi 3 Juin 1978.

¹⁰ Diouf S. : La ville de Thiès (Sénégal) : croissance démographique et démesure spatiale d'une ville moyenne en pays « sous développé » ; Thèse de 3^e cycle ; 1980 ; 377 p.

tendance est de construire partout : des zones de végétation sont converties en parcelles de terrains à construire. Le graphique suivant montre l'occupation du sol en 1994.

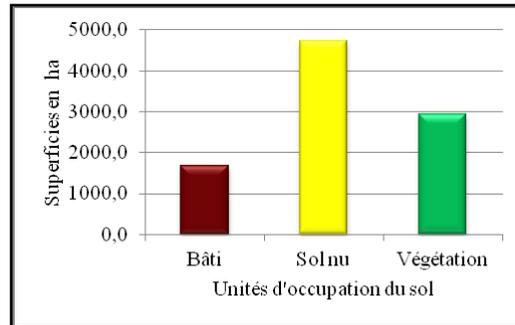


Figure n°7 : Etat de l'occupation du sol en 1994.

Source : Base de données Diouf B., 2015.

La figure suivante montre la spatialisation des différentes unités d'occupation en 1994.

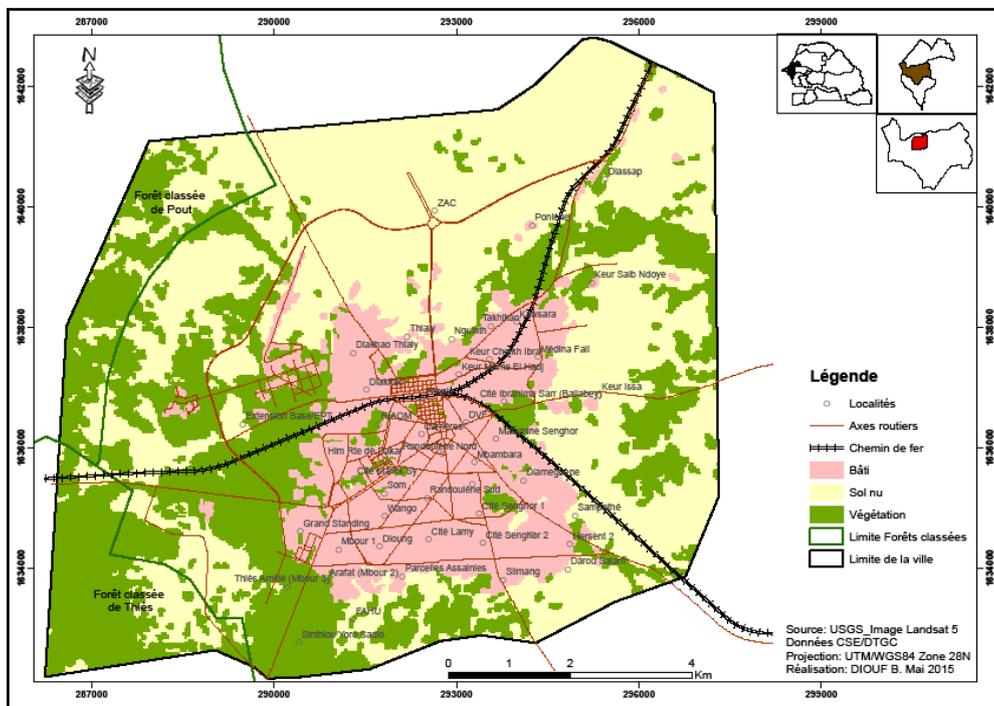


Figure n° 8 : Occupation du sol en 1994.

2.3. Etat de l'occupation du sol en 2014

Sur l'image aérienne de 2014, les différentes unités d'occupation du sol se présentaient ainsi :

- le bâti couvrait une superficie de 3252,7 ha, soit 34,7 % de la superficie du cadre d'étude ;
- les sols nus couvrent à cette période 3986,4 ha, soit 42,6 % de la superficie totale. Ces surfaces dénudées sont liées essentiellement au fait que la ville a connu d'important programmes de lotissement. Beaucoup de zones de végétation ont été converties en habitation. Le constat est qu'une bonne partie des parcelles de terrain viabilisées ne sont pas mises en valeur par leurs propriétaires, notamment dans la partie Nord de la ville. Les raisons de ces lenteurs sont liées non seulement au bas niveau de revenu de certains acquéreurs de terrain mais surtout aux enjeux liés à la spéculation foncière.

- les zones de végétation couvrent la plus petite partie de la zone en 2014 avec 2125,5 ha, soit 22,7 % de la superficie totale. La figure suivante fait état de l'occupation du sol en 2014 :

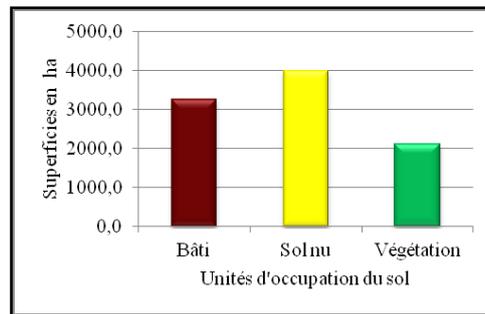


Figure n°9 : Etat de l'occupation du sol en 2014.

Source : Base de données Diouf B., 2015.

La spatialisaiton des différentes unités d'occupation du sol se traduit dans la carte ci-dessous.

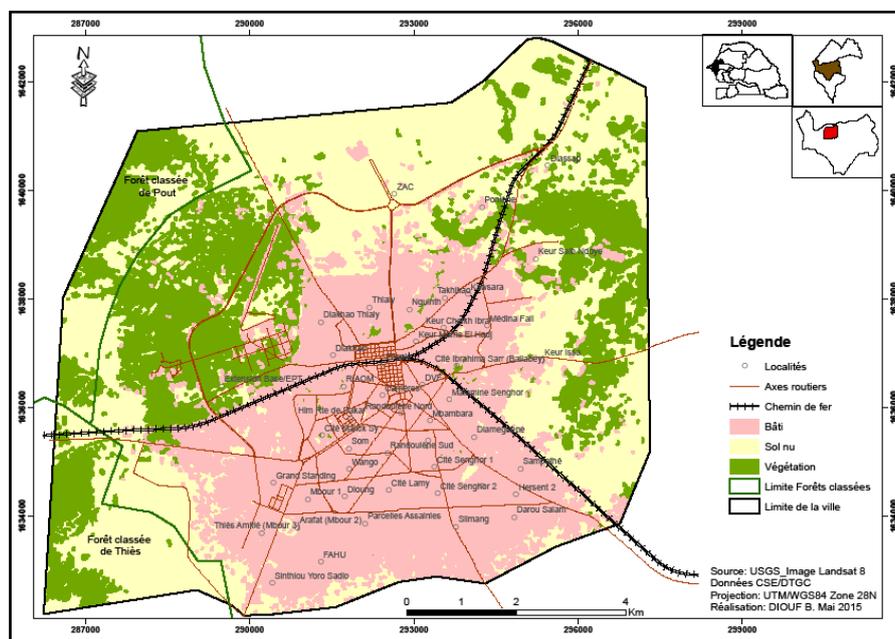


Figure n°10 : Occupation du sol en 2014.

L'urbanisation et la croissance de la population se sont accentuées graduellement. Le bâti continue à s'élargir de façon spectaculaire suivant deux modalités principales : remplissage des interstices intra-urbains ou construction dans les « dents creuses »¹¹ du tissu urbain et grignotage des espaces ruraux environnants.

Cependant, la première a vite montré ses limites, compte tenu des besoins pressants d'espaces à habiter pour les populations autochtones et pour les nouveaux venus dans la ville.

C'est dans ce cadre qu'une nouvelle Zone d'Aménagement Concerté (ZAC) au Nord de Nguinth et de nouveaux quartiers ont vu le jour et de nombreux nouveaux lotissements ont été réalisés pour décongestionner le centre-ville avec la régularisation des occupations conformément aux lois foncières en place. Il est à noter que près de 50 % de la ZAC se trouve dans le terroir de Fandène (hors périmètre communal). Une situation qui a suscité des conflits entre Thiès et les collectivités territoriales voisines qui disposent d'un foncier agricole à satisfaire (Tepe I, 2005). En effet, une des

¹¹ Camille Blaudin de Thé et al. : Urbanisation et consommation de l'espace, une question de mesure : Revue » du Service de l'observation et des statistiques (SOES) du Commissariat général au développement durable (CGDD) ; Mars 2012 pp 5.

réponses apportées à l'étalement de la ville consiste à mettre en place des lotissements anticipatifs juste aux alentours de la ville. Ces conflits fonciers à Thiès ne sont pas des cas isolés. Ces mêmes conflits sont observés dans d'autres localités (Kaolack avec Kahone, Saint-Louis avec Gandon, l'Agglomération dakaroise avec Yène et Sangalkam...).

3. Discussion

3.1. Mutations spatio-temporelles : Thiès, un espace entre stabilité et conversion de 1974 à 2014

Il s'agit dans cette section de montrer l'évolution subie par l'espace urbain thiessois au cours du temps en faisant le croisement des paires d'années 1974 et 1994 ou 1994 et 2014.

3.1.1. Situation entre 1974 et 1994

Le traitement des données satellitaires montre que chaque unité d'occupation du sol évolue dans le temps et à son rythme en fonction d'un certain nombre de paramètres.

☞ Matrice des changements

Le tableau 3 montre les changements qui se sont opérés dans l'occupation du sol entre 1974 et 1994.

Tableau n°3 : Matrice des changements de la période 1974-1994.

Thèmes	Bâti (ha)	Sol nu (ha)	Végétation (ha)	TOTAL (ha)
Bâti	765,1	15,9	56,98	838
Sol nu	100,7	2286,3	335,7	2722,8
Végétation	820,7	2434,1	2548,9	5803,8
TOTAL (ha)	1686,5	4736,4	2941,7	9364,6

Source : Traitement données Diouf B., 2015.

☞ Analyse des mutations

La matrice des changements générée par le croisement des données montre, sur une vingt ans une évolution au niveau des différentes unités d'occupation du sol.

L'occupation du sol durant cette période se caractérise par un accroissement du bâti passant ainsi de 838 ha à 1686,5 ha. La même tendance s'observe au niveau des sols nus qui ont connu un accroissement de 2013,3 ha, soit 100,7 ha/an en moyenne.

En revanche, la végétation a connu une forte régression, passant ainsi de 5803,8 ha à 2941,7 ha, soit une diminution de 143,1 ha/an en moyenne. Les raisons liées à cette situation, s'expliquent souvent au fait que dès qu'une agglomération urbaine commence à s'étaler, la végétation cède progressivement sa place au bâti (Sarr, 2009). Les citadins, autochtones comme nouveaux venus, investissent les zones de cultures ou de végétation en général et les sols nus ne sont plus visibles avec les terrains de jeu et espaces prévus aux habitations.

Au cours de la même période, certaines parties des unités d'occupation du sol n'ont pas connu de transformation. Ces surfaces sont restées stables, c'est-à-dire sans changement. Les données de la matrice montrent que 765,1 ha de bâti sont restés fixes. Durant la même période également, 2286,3 ha de sol nu et 2548,9 ha de végétation sont restés stables.

Les conversions touchent inégalement toutes les unités d'occupation du sol, particulièrement la végétation qui a connu une régression de 2862,1 ha, soit 49,3 % de sa superficie, en 1994, passant de la végétation aux sols nus ou occupée par les établissements humains.

Globalement, 59,8 % de la zone urbaine de Thiès, soit 5600,4 ha n’ont pas connu de changement, contre 3764,2 ha qui ont été convertis, soit 40,2 % de la superficie totale.

Tableau n°4 : Récapitulatif des changements opérés entre 1974 et 1994.

Période	Superficies stables		Superficies converties		Superficie totale (ha)	
	Hectares	%	Hectares	%	Hectares	%
1974-1994	5600,4	59,8	3764,2	40,2	9364,6	100

Source : Traitement données Diouf B., 2015.

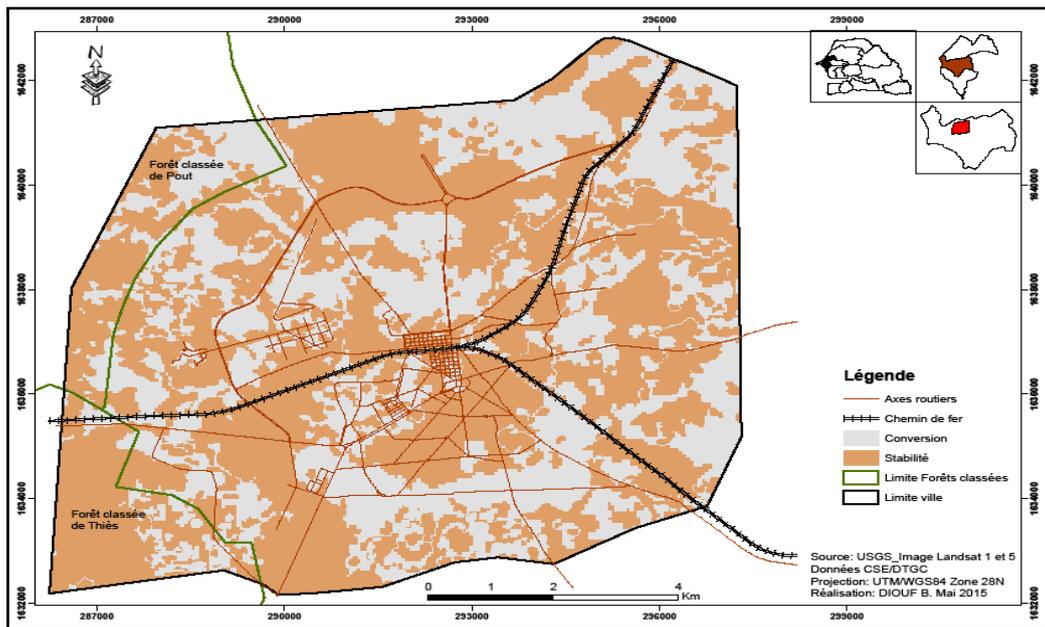


Figure n°11 : Mutations spatiales de Thiès entre 1974 et 1994.

3.1.2. Situation entre 1994 et 2014

Les changements des unités d’occupation du sol s’effectuent suivant des échelles de temps différents en fonction de leurs caractéristiques respectives.

☞ Matrice des changements

Le tableau 5 montre les changements intervenus dans l’occupation du sol entre 1994 et 2014.

Tableau n°5: Matrice des changements de la période 1994-2014

Thèmes	Végétation	Sols nus	Bâti	TOTAL
Végétation	1155,77	905,3	874,80	2935,9
Sols nus	939,75	3037,1	766,15	4743,0
Bâti	31,12	40,7	1613,84	1685,7
TOTAL	2126,64	3983,1	3254,79	9364,6

Source : Traitement données Diouf B., 2015.

☞ Analyse des mutations

L'étude diachronique de l'occupation du sol montre que l'appréciation quantitative de chacun des modes d'occupation et d'utilisation du sol se résume en termes d'augmentation et de régression.

La présente matrice des changements montre que les sols nus ont régressé pendant la période de 1994 à 2014 passant ainsi de 4743 ha à 3983,17 ha ; soit une diminution de 16,02 % en raison de l'érection de nouvelles constructions dans ces zones. La même dynamique s'observe au niveau des zones de végétation avec une baisse de 27,56 %.

En revanche, la superficie du bâti a considérablement augmenté, passant de 1685,7 ha à 3254,79 ha, soit une hausse de 93,08 %. Cette hausse, comme énoncée antérieurement est essentiellement liée au boom démographique, matérialisé par la prolifération de nouveaux lotissements à la périphérie urbaine mais aussi le glissement des espaces ruraux dans le domaine du territoire urbain.

Par ailleurs, des unités d'occupation du sol ont connu, des transformations en faveur ou en défaveur d'une ou de plusieurs unités. Il s'agit des situations de conversion.

Par contre, certaines parties des éléments d'occupation du sol n'ont pas du tout connu de transformation ; ils ont observé une stabilité. Les données de la matrice montrent que 1155,77 ha de végétation, soit 39,36 % des aires de végétation de cette période sont restées stables. Les autres unités, notamment les zones de bâti et de sols nus ont respectivement connu 1613,84 ha et 3037,10 ha de stabilité avec 95,73 % et 64,03 %.

De même les données de la matrice indiquent des conversions. Ainsi, 874,80 ha de végétation ont été gagnés par le bâti en raison de la construction de bâtiments destinés à l'habitat ou aux autres fonctions urbaines (infrastructures routières, équipements, etc.). Au même moment, 31,12 ha d'espace bâti ont été occupés par la végétation en raison de la démolition ou de la dégradation des bâtiments abandonnés et d'autres infrastructures.

Durant la même période également, 766,15 ha de sols nus sont gagnés par le bâti en raison toujours de la satisfaction des besoins en logements et en équipements. Au même moment, 40,74 ha de bâti sont perdus au profit des sols nus. La carte suivante montre les mutations qui se sont opérées sur l'espace entre 1994 et 2014.

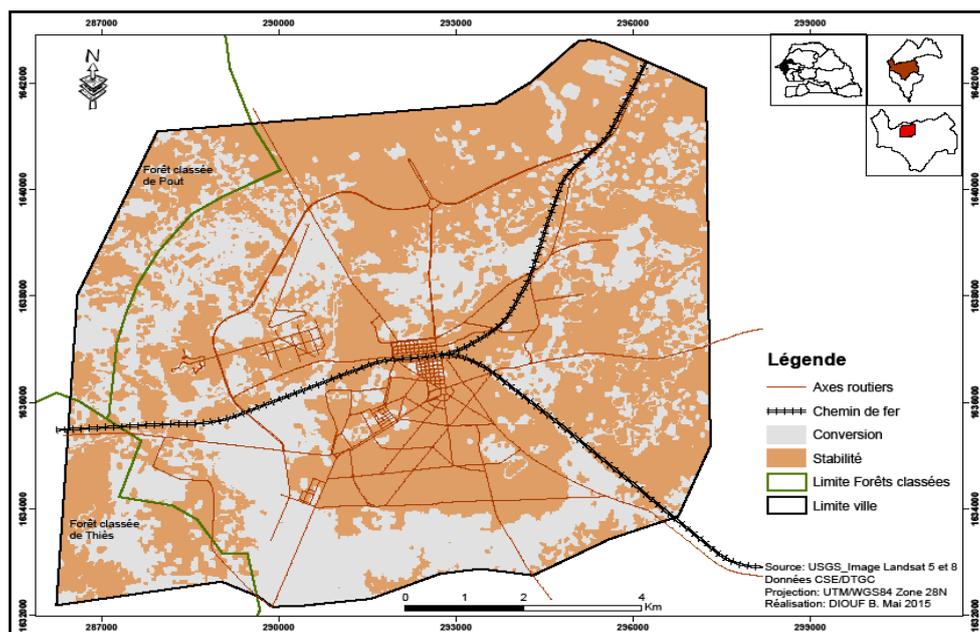


Figure n°12 : Mutations spatiales de Thiès entre 1994 et 2014.

Le tableau suivant fait le récapitulatif des changements entre 1994 et 2014.

Tableau n°6: Récapitulatif des changements opérés entre 1994 et 2014.

Période	Superficies stables		Superficies converties		Superficie totale (ha)	
	Hectares	%	Hectares	%	Hectares	%
1994-2014	5806,7	62	3557,9	38	9364,6	100

Source : Traitement données Diouf B., 2015

Le croisement des données de la période 1994-2014, montre de façon générale que 62 % de la zone urbaine de Thiès, correspondant à 5806,7 ha sont restés stables, contre 3557,9 ha, soit 38 % qui ont été convertis.

A travers ces données, l'évolution de l'espace urbain thiessois est apparue très soutenue au cours de ces dernières années en raison de plusieurs paramètres énoncés précédemment. Le développement de la ville fera face à coup sûr, à d'innombrables problèmes et des coûts à supporter par la collectivité à savoir : les coûts en infrastructures et moyens de transport, les coûts d'extension des réseaux d'adduction d'eau, des égouts pour l'évacuation des eaux usées, d'électricité, des liaisons de télécommunications et d'accès à Internet, pour accueillir dans de bonnes conditions les nouveaux habitants.

Conclusion

La cartographie de l'occupation du sol sur un intervalle de quarante (40) ans (1974-2014) par télédétection spatiale, a montré des transformations urbaines tangibles avec un accroissement des superficies habitées et des sols nus au détriment des zones de végétation. Les données analysées de ont montré que Thiès est une « ville dévoreuse d'espaces ». De 838 ha en 1974, la superficie bâtie est passée à 3252,7 ha en 2014, soit une progression annuelle de 60,4 ha de terres.

L'accroissement de la population et le besoin permanent d'espaces à habiter ont fortement contribué à « l'artificialisation des sols » entraînant l'avancée du front urbain et le recul de la végétation (Camille et al, 2012). Cette situation va aller crescendo avec les nouvelles infrastructures structurantes dans la partie Sud de la ville, notamment le nouvel aéroport, les axes autoroutiers AIBD-Thies, Thiès-Touba qui entraînent une réduction conséquente du temps de voyage entre ces différents centres urbains (ANAT, 2015 ; Diouf, 2017).

Les données issues du traitement des images satellites de Thiès, témoignent à suffisance que cette dernière suit une logique d'expansion : consommation des superficies agricoles et des espaces naturels des collectivités territoriales mitoyennes. Dans ses travaux, Antoine (1997) aboutit à la même conclusion s'agissant des villes africaines. Selon lui, ce sont des villes dévoreuses d'espaces au fur et à mesure de leur extension, les charges des différents équipements urbains deviennent très lourdes du fait de la longueur des réseaux: eau, assainissement, électricité, voies publiques, transports.

Les conclusions de plusieurs autres travaux de recherche (Sarr, 2009 et Tepe, 2005) ont montré que les villes africaines et plus spécifiquement sénégalaises sont de grandes consommatrices d'espaces (Louga et Nguidilé, Dakar avec Sangalkam et Yène, Kaolack avec Kahone et Ndiaffate).

Toutefois, cette rapidité de l'urbanisation pose des problèmes de maîtrise de l'espace, d'aménagements, d'accès aux équipements, ce qui entraîne une situation difficile dans certains secteurs stratégiques de la ville : le foncier (Tepe, 2005), le transport, l'environnement urbain (traitement des déchets solides et liquides), la sécurité, etc.

En termes de perspectives, il serait très intéressant dans le cadre d'une future étude de voir de façon plus profonde et détaillée les modalités de la production du bâti dans la partie Sud de la ville avec les

nouvelles infrastructures structurantes comme l'autoroute « *ila Touba* », le nouvel aéroport de Diass, et les conséquences des conflits fonciers en général avec la commune de Fandène « zone rurale » essentiellement agricole, devenue commune, entre temps, avec l'acte III de la décentralisation.

Références bibliographiques

Agence Nationale de l'Aménagement du Territoire, (2015). *Schéma directeur d'Aménagement et de Développement territorial de la zone Dakar- -Thiès-Mbour* ; ANAT, Dakar.

Antoni J.P. et Youssoufi S., (2007). « *Étalement urbain et consommation d'espace. Étude comparée de Besançon, Belfort et Montbéliard* », Revue Géographique de l'Est [En ligne], vol. 47 /3 | 2007. URL : <http://journals.openedition.org/rge/1433>. Consulté le 30 avril 2019.

Antoine P. (1997). L'urbanisation en Afrique et ses perspectives. Programme FAO « Approvisionnement et distribution alimentaires des villes » ; Revue « *Aliments dans les Villes* ».

Camille B. et al. (Mars 2012). Urbanisation et consommation de l'espace, une question de mesure. *Revue du Service de l'observation et des statistiques (SOeS)* du Commissariat général au développement durable (CGDD).

Diouf B. (2017). *Assainissement public et pratiques populaires à Thiès : un espace urbain dynamique* ; Thèse de Doctorat unique. Université Cheikh Anta Diop de Dakar.

Diouf S. (1980). *La ville de Thiès (Sénégal) : croissance démographique et démesure spatiale d'une ville moyenne en pays « sous développé »*. Thèse de 3^e cycle, Université de Toulouse le Mirail.

Dureau F et Weber C., (1995). Télédétection et systèmes d'information urbains. *Anthropos Diffusion: Economica*. Paris.

Karen C. et al. (2012). *Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools*. Arizona State University, Tempe, AZ: Edited by B. L. Turner.

ONU-HABITAT, (2014). *L'état des villes africaines Réinventer la transition urbaine*. Programme des Nations Unies pour les Etablissements Humains.

République du Sénégal, (1978). *Journal officiel du Sénégal* : 123^e année N° 4638.

République du Sénégal, (2013). *Rapport définitif Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie*. RGPHE.

Sarr Kh. A., (2007). *Apport des Systèmes d'Information Géographiques (SIG) dans la gestion de l'évolution urbaine de la commune de Louga au Sénégal*. RECTAS.

Sarr M. A., (2009). Cartographie des changements de l'occupation du sol entre 1990 et 2002 dans le nord du Sénégal (Ferlo) à partir des images Landsat. In *Cybergeo : European Journal of Geography. Environnement, Nature, Paysage, document 472*. <http://cybergeo.revues.org/22707> ; doi : 10.4000/cybergeo.22707. Consulté le 15 avril 2015.

Savonnet G. (1952). Evolution démographique de la ville de Thiès. In *Notes Africaines/IFAN*, 122-124.

Savonnet G., (1955). La ville de Thiès: Etude de géographie urbaine. *Etudes sénégalaises*, n°6 — Saint-Louis : Edité par le Centre I.F.A.N., XVIII planches phot. 15 fig., 180 p.

Savonnet G., (1956). *Une ville neuve du Sénégal : Thiès. Les cahiers d'outre-mer*. Tome IX, revue de géographie à Bordeaux ; Directeurs Louis Papy et Henri Enjalbert; Palais de la Bourse, Place Gabriel de la Bourse, Bibliothèque SCD-2 ORSTOM ; 70-93.

https://fr.wikipedia.org/wiki/Programme_Landsat. Consulté le 18/12/2015.

<http://www.usgs.gov/>. Consulté le 16/12/2015.