



Détection des changements de l'occupation du sol dans l'espace polarisé par l'Université Gaston Berger de Saint-Louis entre 1980 et 2020

Baba SY. Doctorant en Géographie au Laboratoire de Géomatique et d'Environnement (LGE), Université Assane SECK de Ziguinchor (UASZ). Département de géographie

Dr. Cheikh Ahmed Tidiane FAYE. Enseignant-Chercheur à l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD). Département de Géographie

Résumé

La cartographie de l'occupation du sol permet d'appréhender la dynamique spatiale et les changements intervenus dans le temps. En utilisant les outils de la télédétection spatiale, l'étude a abouti à la détection, à l'identification de la nature, à la quantification des surfaces affectées et à la caractérisation de l'organisation de l'espace polarisé par l'université.

L'étude s'appuie sur la détection des changements de l'occupation du sol par traitement et croisement d'images classées au préalable sur trois périodes : 1980-1990, 1990-2005 et 2005-2020.

L'analyse de l'évolution des unités d'occupation du sol se fonde d'abord sur **les modifications** observées sur ces différentes unités, c'est-à-dire les changements intervenus sur les catégories identiques. Ensuite, nous analysons **la reconversion** des unités d'occupation du sol avec le passage d'une catégorie distincte à une ou d'autres. Enfin, les classes **constantes**, n'ayant subi aucun changement d'usage durant l'échelle temporelle choisie ont aussi été relevées. Ces changements spatio-temporels ont fait l'objet d'une évaluation et d'une cartographie diachronique. Nous notons une forte corrélation entre l'implantation de l'université, le développement du front urbain et la régression des espaces agricoles.

Mots clés : *Détection, Occupation du sol, Mutations, Dynamique spatiale*

Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.5281/zenodo.15127757>

Introduction

La télédétection spatiale permet le suivi du changement de la surface terrestre et l'étude des phénomènes dynamiques qui affectent les écosystèmes (BLANC, 1999). Elle offre aux chercheurs une vision globale de l'espace en leur permettant d'y découvrir la distribution des éléments constitutifs (TINE et al., 2020). De nos jours, l'usage des outils de la télédétection spatiale, l'étude des changements d'occupation et d'usage du sol a abouti à la détection, à l'identification de la nature, à la mesure des surfaces affectées et à la caractérisation de l'organisation spatiale.

La détection des changements de l'occupation du sol est le processus d'identification de la différence de l'état d'un objet ou d'un phénomène observé à différentes époques (SINGH, 1989) par l'application d'un ensemble de données multitemporales afin d'analyser quantitativement les effets temporels de ces phénomènes (GUERINIAI A., 2012).

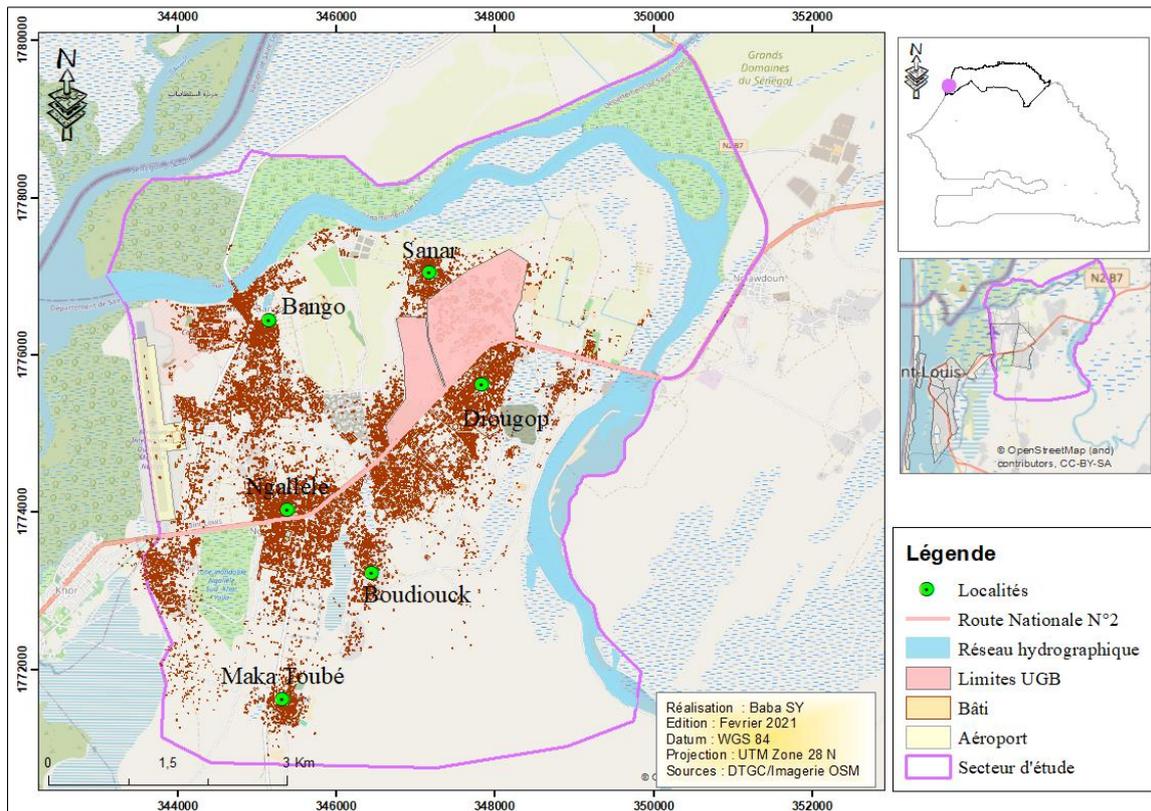
En 1990, l'ouverture de l'UGB, en plein milieu rural a engendré des mutations multisectorielles dans les terroirs polarisés. Au cours des dernières années, l'occupation et l'usage du sol dans les villages traditionnels périphériques de l'UGB a connu des changements significatifs (SY B., 2023). Ces mutations spatiales génèrent une forte consommation des espaces exploités ou non. Ce milieu rural, autrefois isolé et séparé de la ville de Saint-Louis, est progressivement relié à celle-ci. L'université, au nord-est de la Commune de Saint-Louis, joue aujourd'hui le rôle de véritable nœud de réseaux d'établissements humains en constante mutation. Le mitage de l'espace est profond et le processus d'urbanisation évolutif dans la localité (WADE C. T., 2014).

Présentation de géographie de la zone d'étude

Notre zone d'étude appartient au domaine sahélier et est située dans le bas delta du fleuve Sénégal. Elle s'entoure d'un réseau hydrographique fossile et fonctionnel. Le cadre physique découle de cet environnement deltaïque à estuarien progressivement contraignant.

L'espace cible, en plein milieu rural, est composée par l'Université Gaston BERGER (UGB), en tant qu'élément structurant qui polarise des villages traditionnels : Bango, Ngallèle, Maka-Toubé, Boudiouck, Sanar, Diougob peul, Boudiouck.

Cet ensemble, Université et villages périphériques constitue l'espace cible. Les changements et variations de l'occupation du sol de 1980 à 2020 font objet d'analyse grâce aux outils et une méthodologie adaptée, ce qui a permis de mesurer l'évolution de l'occupation de l'espace sur des pas de temps de bien défini.



Carte 1 : Localisation de la zone d'étude

I. Méthodologie

La méthodologie est basée sur un traitement et analyse des images satellites. A l'heure actuelle, les images satellites constituent une source d'information incontournable face à de nombreux enjeux environnementaux (CHAHDI H., 2017). A cet effet, des catalogues d'images satellites sont développés afin de faciliter leur découverte et leur téléchargement. Earth Explorer (<http://earthexplorer.usgs.gov/>), un exemple de catalogues riches en images et faciles d'usage, a permis de télécharger les images multidates Landsat utilisées dans cet article.

Tableau 1 : Caractéristiques des images Landsat

MÉTADONNÉES	DATE 1	DATE 2	DATE 3	DATE 4
LANDSAT_SCENE_ID	"Lt52050491990227mps00"	"Le72050492000263edc00"	"Lt52050492010298mps00"	"LC82050492020118LGN00"
SPACECRAFT ID	"Landsat 5"	"Landsat 7"	"Landsat 5"	"LANDSAT 8"
SENSOR ID	"TM"	"ETM"	"TM"	"OLI TIRS"
DATE ACQUIRED	1990-08-15	2000-09-19	2010-10-25	2020-04-27

Ces images ont fait l'objet de prétraitement avant l'analyse principale et l'extraction de l'information. Les opérations de prétraitement se divisent en deux types de corrections : une

correction radiométrique qui transforme les radiances mesurées par le satellite en réflectance éliminant de cette manière l'effet nuisible de l'atmosphère, d'une part, une correction géométrique qui permet de superposer deux ou plusieurs images différentes, d'autre part.

Quant au traitement, il s'agit de définir les classes utilisées et par la suite la description générale du processus de classification adopté.

Étant donnée la différence des caractéristiques spatiales et spectrales des données, il est plutôt judicieux, dans un premier temps, de mobiliser des indices permettant de réaliser de façon objective, une classification qui se rapproche le plus possible, de la réalité terrain, afin de mieux faire ressortir les unités spatiales.

Dans le cadre de ce travail, la méthode de classification utilisée est celle supervisée. Il consiste, dès lors à identifier des échantillons assez homogènes de l'image qui sont représentatifs de différents types de surfaces (classes d'information). Ce type de classification standard est appelé reconnaissance de regroupements spectraux. L'image issue de la classification est composée de pixels appartenant chacun à un thème particulier : eau, végétation, bâtie, etc. Il faut faire la distinction entre des classes d'information et des classes spectrales, lorsqu'on parle de classes :

- les classes d'information sont des catégories d'intérêt que l'analyste cherche à identifier dans les images, comme différents types de cultures, d'espèce d'arbres, différents types de caractéristiques géologiques, etc. ;
- les classes spectrales sont des groupes de pixels qui ont les mêmes caractéristiques spectrales (ou presque) en ce qui a trait à leur valeur radiométrique dans les différents canaux.

L'objectif ultime de la classification est de faire la correspondance entre les classes spectrales et les classes d'information. Dans ce contexte, il s'agit de déterminer l'utilité des différentes classes spectrales et de valider leur correspondance à des classes d'informations utiles.

La démarche de classification comporte ainsi trois étapes fondamentales :

- ✚ établissement de classes de signatures ou classes spectrales ;
- ✚ classification des pixels en fonction des classes de signatures ;
- ✚ vérification de la classification (fiabilité par rapport aux classes thématiques envisagées).

Les méthodes de classifications par pixels sont délicates à mener, car les confusions radiométriques entre classes augmentent avec la résolution des capteurs et l'hétérogénéité spatiale des milieux. Cependant, elle est une étape importante dans le cadre d'une cartographie de l'occupation du sol, mais également d'une cartographie diachronique de l'occupation du sol.

L'analyse diachronique se déroule par une comparaison au temps T et T+1, donnant une vision générale des deux années de références. D'un point de vue cartographique cela se traduit par deux cartes « avant-après », qui, comparées montrent les évolutions visibles, et d'un point de vue statistique, par une comparaison des superficies des modes d'occupation du sol chacune des deux années.

Dans ce second temps, elle montre l'évolution du mode d'occupation du sol de manière générale. À ce niveau d'analyse, il s'agit de mettre en évidence les modifications, c'est-à-dire les espaces qui ont évolué et ceux qui sont restés inchangés. D'un point de vue cartographique, cela se traduit par une carte juxtaposant les espaces stables et les espaces qui évoluent : détection des changements.

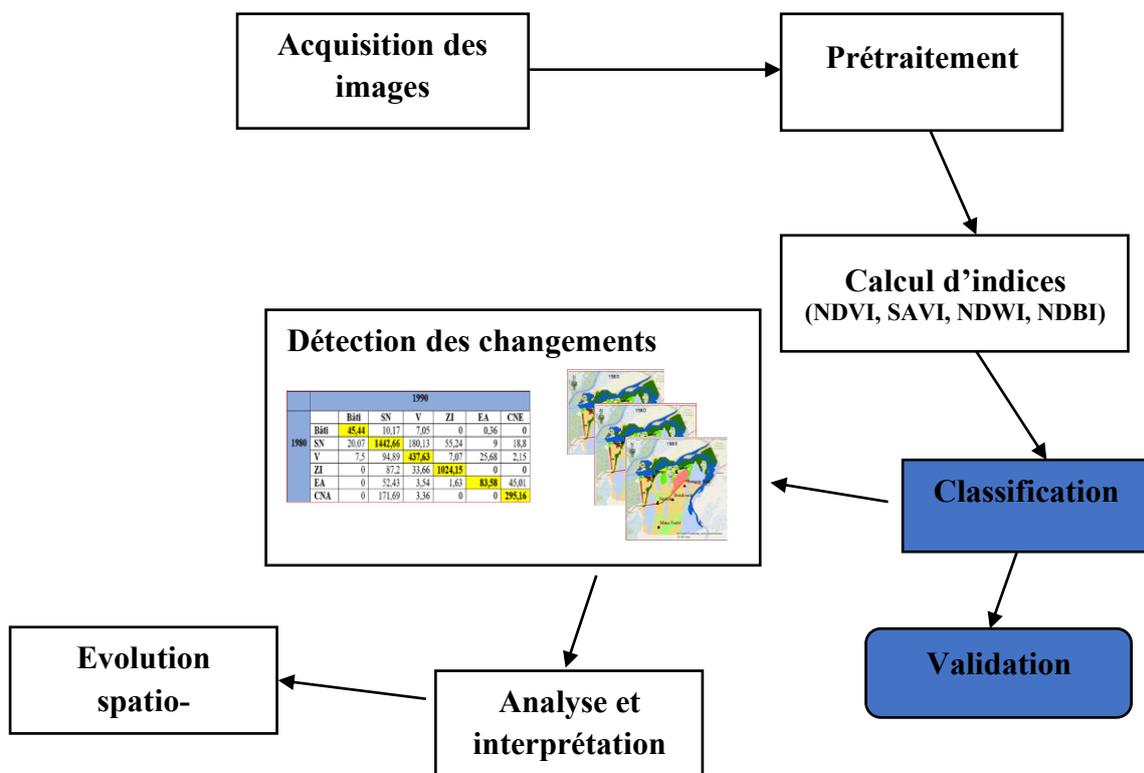


Figure 1 : Démarche méthodologique du traitement des images

II. Résultats

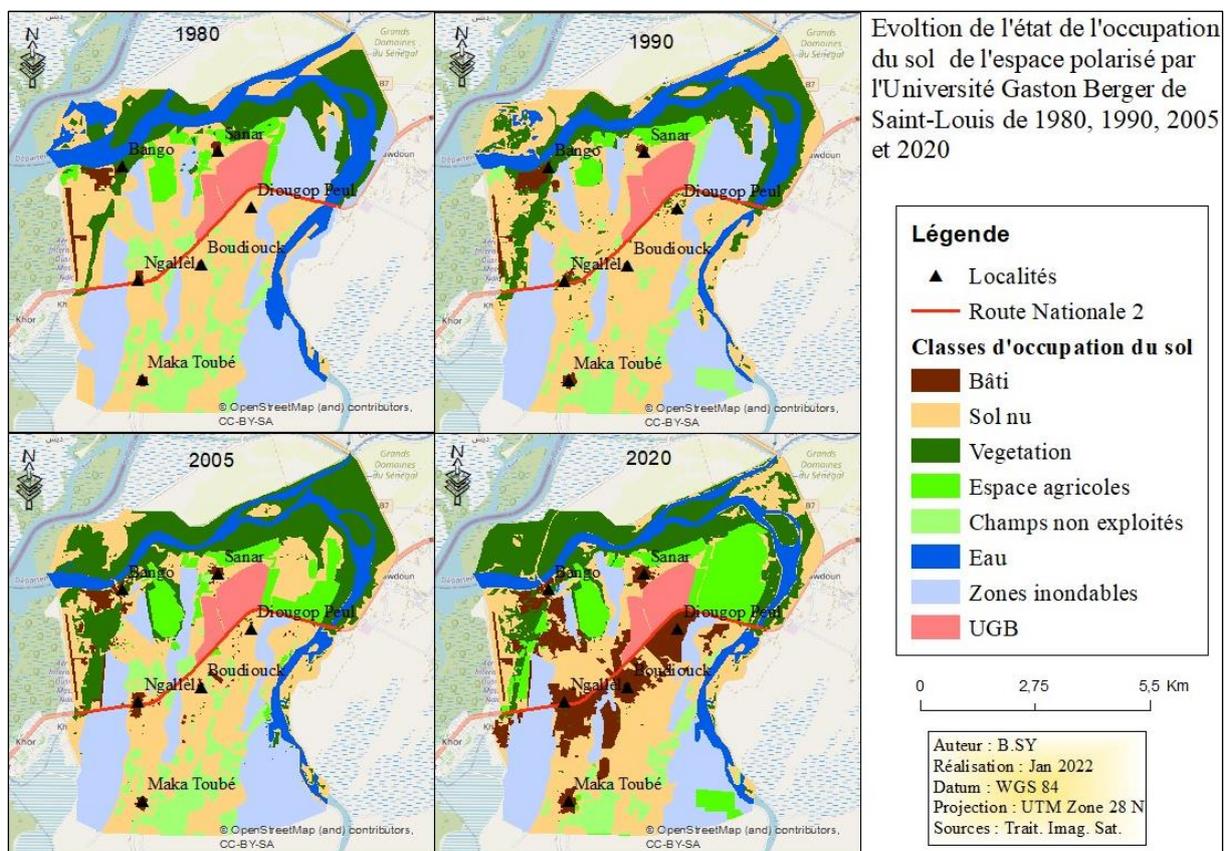
1. Etat de l'occupation du sol de 1980 à 2020

La digitalisation et l'interprétation des images ont permis de réaliser des cartes d'occupation du sol. L'observation des cartes diachroniques montre deux évolutions qui intéressent cette recherche. Le développement du front urbain (extension du bâti), d'une part, et la dégradation des activités agropastorales matérialisée ici par l'abandon des champs agricoles, d'autre part.

En rapport avec l'ouverture de l'UGB en 1990, il s'agit dans ce cas de figure, de mesurer l'évolution des unités d'occupations du sol.

Les stratégies d'adaptation des populations locales dans le milieu ont entraîné et rythmé les mutations spatiales dans les villages polarisés par l'UGB. La croissance démographique, la dégradation de l'environnement et des conditions climatiques constituent un ensemble de facteurs explicatifs de la dynamique spatiale, toujours en cours.

Une cartographie diachronique de l'occupation du sol a permis de mieux apprécier les changements intervenus dans les villages traditionnels périphériques de l'UGB (Cartes 2).



Carte 1. Occupation du sol de 1980 à 2020

Sur les cartes de 2 à 5, les unités d'occupation du sol représentées sont le bâti, la végétation, l'eau, le sol nu, les espaces inondables, les espaces agricoles, les champs non exploités ou abandonnés. Les changements et l'évolution pour chaque composante sont liés à des facteurs naturels ou anthropiques, dont le plus marquant et le plus déterminant est l'implantation de l'Université en 1990.

En 1980, les unités d'occupation du sol présentent un milieu faiblement peuplé, marqué par des habitations quasi inexistantes avec 65,24 ha de bâti, soit 1,27 % de l'espace retenu. L'activité agricole aussi fragilisée par les aléas climatiques représente 3,63 % (186,21 ha) en superficie exploitée et 9,16 % d'espace agricole non exploité. A cette date, le sol nu, généralement constituée par les dunes domine le milieu.

Cette tendance perdure, jusqu'en 1990, l'occupation du sol est dominée par des unités naturelles, notamment le sol nu (40 %), la végétation (14,6 %), les espaces inondables (21,2 %) et l'eau (9,5 %). L'artificialisation du sol était faible, soit 1,4 % de bâti et 2,3 % les activités agricoles. L'occupation du sol révèle une présence humaine très faible toujours matérialisée par un bâti quasi inexistant surtout au niveau des villages peuls (Boudiouck, Diougob et au Sud de Bango). Dans ces localités, la morphologie, la typologie et la disposition des habitations, principalement composées de banco et de paille est difficilement détectable par l'imagerie satellitaire car leur signature spectrale se confond avec le sol.

C'est vers la fin des années 1990, avec les nombreux lotissements et la mise en place de la Cité universitaire de Ngallèle, que des changements sont intervenus. En effet, cette première phase de la coopérative d'habitat dénommé « Rectorat 1 » sise à Ngallèle Sud, a été officiellement exécutée en 1997 et l'implantation des coopératives d'habitats déclenchée par celles du Rectorat I et de la cité SUDES à Ngallèle. Les constructions individuelles foisonnent également dans les espaces.

En 2005, une faible évolution de l'occupation du sol est enregistrée mais elle est toujours dominée par les sols nus et les espaces inondables. Toutefois, une légère évolution de la superficie occupée par le bâti est notée, passant de 73 ha en 1990 à 105,4 ha (2,06 %) en 2005, soit une progression de 44 %. La végétation qui représente 11,28 % de la superficie en 2005, connaît une légère évolution contre 10 % en 1990. Tandis que, les espaces cultivés (6,56 %) favorisés par une bonne pluviométrie connaissent une légère évolution, soit 183 % par rapport à 1990 (2,31 %). Jusqu'à cette période, l'évolution de l'occupation du sol est timide, voire absente dans certaines localités (Maka Toubé, Sanar), car plus ou moins enclavées par rapport aux axes de communication.

L'évaluation de l'occupation du sol connaît une évolution aux débuts des années 2000 où l'occupation du sol se traduit par une baisse considérable des surfaces naturelles. Entre 2005 et 2020, une baisse de 29,20 % pour les sols nus (1497,92 ha en 2020 et 1679,1 ha en 2005) et de 16,13 % pour les zones inondables (413,82 ha en 2020 et 945,71 ha en 2005), ce qui correspond respectivement, à des pertes de 1450 ha et 827,36 ha. Cette dynamique révèle une artificialisation de plus en plus prononcée de l'occupation du sol, par un développement

considérable du bâti, au détriment du sol nu, de la végétation et parfois, dans une moindre mesure, des zones inondables. L'expansion du front urbain, toujours en cours, connaît des proportions très importantes. La cartographie de l'occupation de sol en 2020 révèle un espace en mutations, où le bâti (11,84 %) est une composante en pleine expansion par rapport aux années précédentes.

Tableau 1 : Synthèse de l'état de l'occupation du sol de 1980, 1990, 2005 et 2020

Classes	1980		1990		2005		2020	
	Sup (Ha)	%						
Zones inondables	1208,38	23,54	1090,46	21,26	945,71	18,43	413,82	8,77
Végétation	598,50	11,66	749,64	14,62	1051,19	20,49	875,19	18,55
Eau	672,53	13,10	484,17	9,44	402,70	7,85	413,82	8,77
Sol nu	1746,58	34,03	2001,96	39,04	1679,10	32,73	1497,93	31,75
Bâti	65,24	1,27	73,00	1,42	105,48	2,06	558,53	11,84
UGB	184,80	3,60	184,31	3,59	184,31	3,59	184,96	3,92
Espaces agricoles	186,21	3,63	118,63	2,31	336,75	6,56	569,57	12,07
Champs non exploités	470,24	9,16	426,20	8,31	424,83	8,28	203,64	4,32

La dynamique d'occupation de l'espace autour de l'université se fait à un rythme important. Ce milieu rural, autrefois isolé et peu convoité est devenu une zone en phase d'urbanisation très avancée. L'urbanisation dans le sens de la croissance spatiale (nouvelles constructions pour contenir le flux des personnes et les activités), s'observe à travers le développement du front urbain. L'examen de cette dernière se réalise par une détection des nouvelles occupations du sol par modification et reconversion des unités.

2. La détection des changements d'occupation du sol

Le moyen utilisé pour détecter les changements dans l'occupation du sol consiste à croiser des images ayant fait l'objet de classement. Ce procédé permet de recenser les unités d'occupation qui ont subi des modifications ou changements par l'évolution de la superficie occupée par une classe, d'une part, et la reconversion des unités d'occupation, d'autre part.

Le niveau d'occupation du sol dans ces territoires est le résultat d'un processus de peuplement qui a débuté avant même l'ouverture de l'UGB en 1990. À partir de cette date, la dynamique d'occupation du sol prend une nouvelle dimension. Cette dynamique est toujours en cours car la plupart des coopératives d'habitat qui sollicitent cet espace sont fonctionnelles et très urbanisées, en plus de l'élargissement des constructions familiales des autochtones. L'évolution du bâti au détriment des autres unités d'occupation notamment, le sol nu, les zones inondables, la végétation et l'espace agricole est très significative (Figure 1).

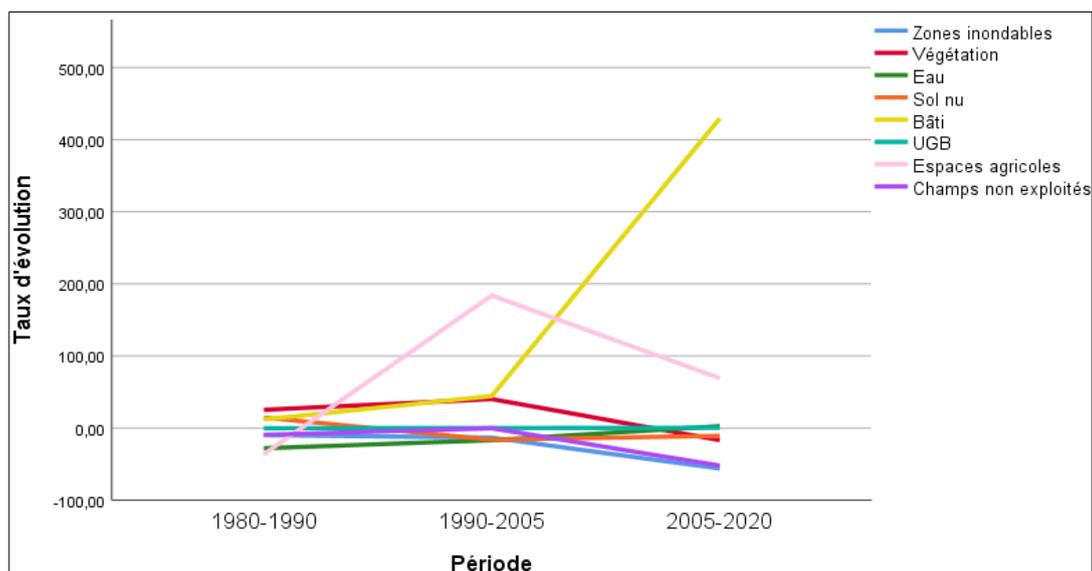


Figure 1. Taux d'évolution des unités d'occupation du sol de 1980 à 2020

✚ *Les changements de l'occupation du sol de 1980 à 1990.*

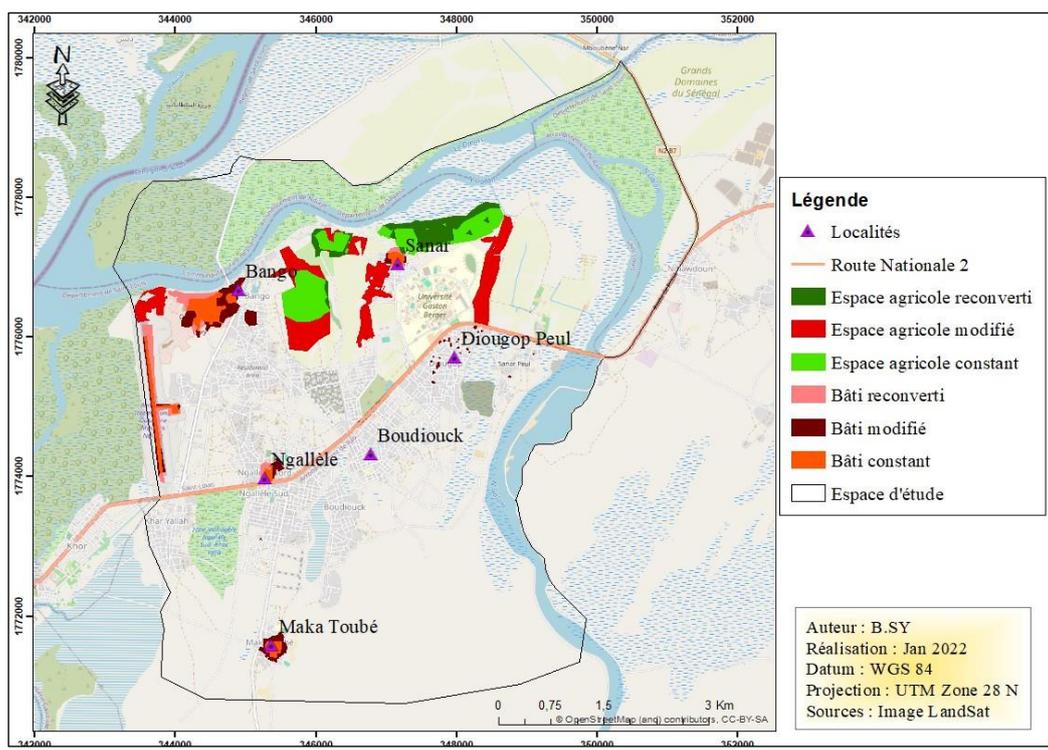
Ces changements sont analysés au moyen de l'intersection des images de classification de 1980 et de 1990, montrant des changements plus ou moins sensibles des unités d'occupation du sol. Le tableau 14 représente la statistique de la dynamique des unités d'occupation sol en place.

Tableau 1. Matrices de transition entre 1980 et 1990 en Ha

		1990					
		Bâti	SN	V	ZI	EA	CNE
1980	Bâti	45,44	10,17	7,05	0	0,36	0
	SN	20,07	1442,66	180,13	55,24	9	18,8
	V	7,5	94,89	437,63	7,07	25,68	2,15
	ZI	0	87,2	33,66	1024,15	0	0
	EA	0	52,43	3,54	1,63	83,58	45,01
	CNA	0	171,69	3,36	0	0	295,16

Lire : SN = Sol nu ; V = végétation ; ZI = Zones inondables ; EA = Espace Agricole ; CNE = Champs non exploités

Les données révèlent respectivement, une augmentation de la superficie du bâti de 11,88 %, de la végétation (25,25 %) et du sol nu de 14,62 % entre 1980 et 1990. La superficie du bâti connaît une augmentation de 7,75 ha et cette augmentation se fait au détriment de la végétation qui a reculé de 8 ha et des sols nus de 21,07 ha. Les espaces agricoles sont en nette régression (36,29%) ainsi que les champs reliques ou non exploités avec 9,37 %. Durant cette période, les effets de l'ouverture de l'UGB commencent à se faire sentir sur la dynamique de l'espace principalement, par le développement du front urbain. La péjoration des conditions bioclimatiques qui frappe le Sahel depuis plusieurs décennies, perturbe les activités agropastorales plus ou moins dépendantes de la pluviométrie.



Carte 6. Évolution de l'occupation du bâti et de l'espace agricole de 1980 à 1990

La superficie du bâti constant est estimée à 46,75 ha, le bâti modifié à 27,56 ha et 18,21 ha pour la superficie converti en bâti. Pour les espaces agricoles, une perte de 102,63 ha (modification) contre un gain de 35,04 ha (reconversion) en surface agricole. La superficie constante est de 83,58 ha.

Les changements de l'occupation du sol de 1990 à 2005.

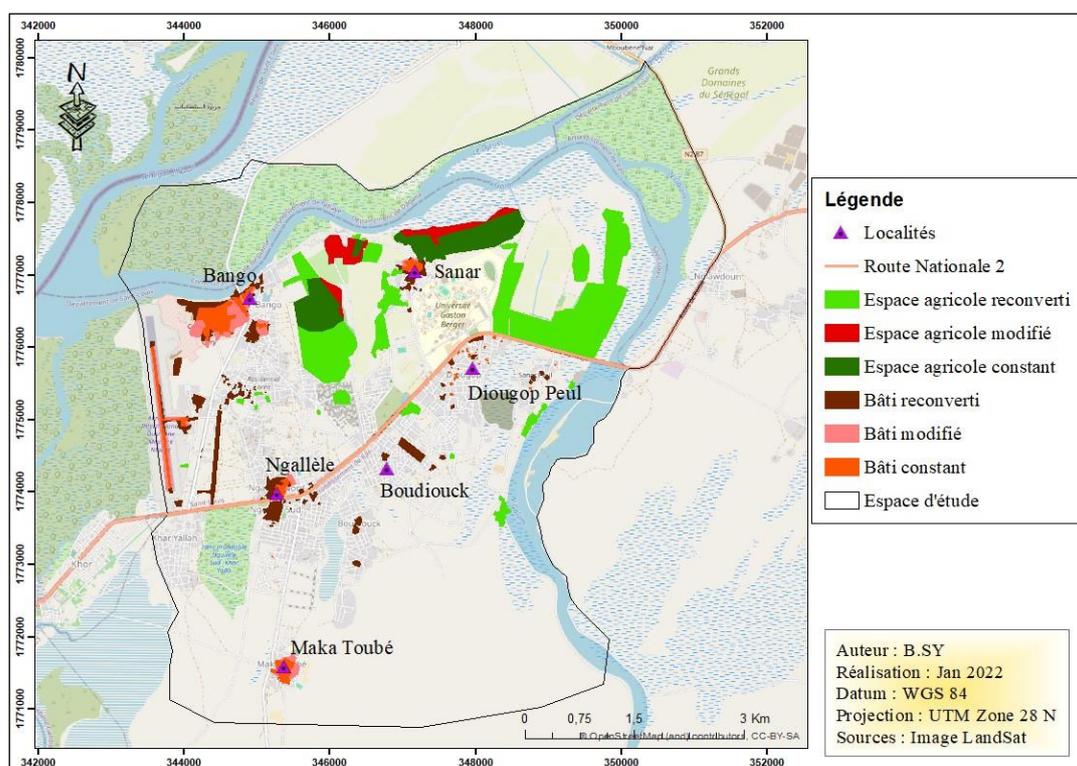
Cette période correspond à la deuxième phase d'analyse des changements. C'est durant cette période que les changements d'occupation et d'usage du sol sont plus visible. La superficie occupée par le bâti connaît une nette augmentation avec 44,5 % principalement au détriment du sol nu et de la végétation. L'espace agricole également subit une évolution positive sur le sol nu et la végétation.

Tableau 2. Matrice de transition entre 1990 et 2005 en Ha

		2005					
		Bâti	SN	V	ZI	EA	CNE
1990	Bâti	50,95	18,49	3,55	0	0	0
	SN	36,88	1329,64	298,56	47,06	72,79	165
	V	15,84	122,77	583,71	6	2,97	1,97
	ZI	0	126,11	4,81	831,14	126,24	0
	EA	0	12,6	15,67	0,46	89,91	0
	CNE	0,62	47,33	15,46	61,03	44,84	256,92

Lire : SN = Sol nu ; V = végétation ; ZI = Zones inondables ; EA = Espace Agricole ; CNE = Champs non exploités

La lecture du tableau 2 montre que 36,88 ha de sol nu et 15,84 ha de végétation ont augmenté sur la superficie du bâti. On peut aussi observer une reconversion du sol nu (12,6 ha) et de la végétation (15,67 ha) en l'espace agricole. Dans ce contexte, l'artificialisation de l'espace devient un fait réel.



Carte 2. Évolution de l'occupation du bâti et de l'espace agricole entre 1990 et 2005

Entre 1990 et 2005, la superficie bâtie est évaluée comme suit : la surface bâtie constante est de 50 ha, celle modifiée à 22,05 ha et 54 ha pour celle reconvertie. Des espaces agricoles, on a 89,9 ha de superficie constant contre 28,72 ha modifiés et 246 ha reconvertis.

Les changements de l'occupation du sol entre 2005 et 2020.

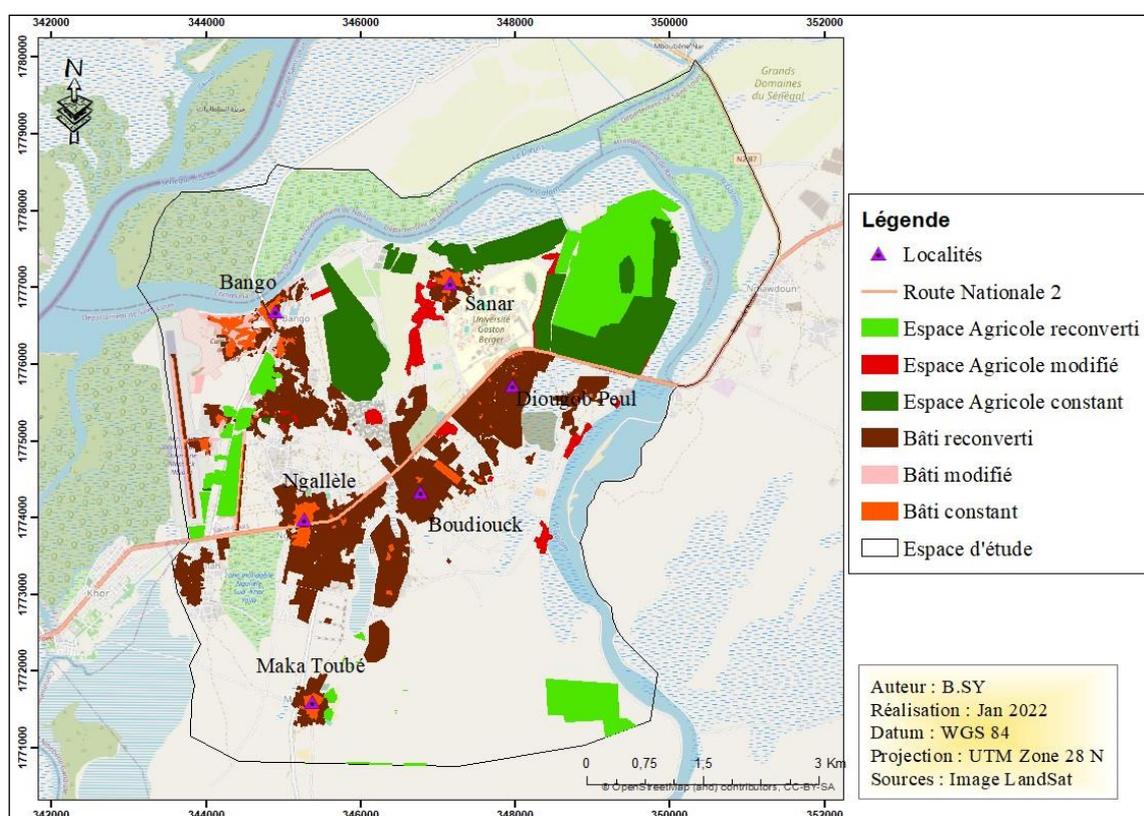
Les changements entre 2005 et 2020 entrent dans la dernière phase de l'analyse des dynamiques. Durant cette phase, l'occupation et l'usage de sol connaissent une nouvelle dynamique plus importante et plus intense (Tableau 3).

Tableau 3. Matrice de transition entre 2005 et 2020 en Ha

		2020					
		Bâti	SN	V	ZI	EA	CNE
2005	Bâti	85,49	11,42	6,7	0,7	0,62	0
	SN	390,37	974,49	132,23	27,48	129,8	17,69
	V	5,45	206,02	731,87	7,71	84,21	3,1
	ZI	35,37	56,79	0,04	789,93	50,93	9,07
	EA	1,07	27,15	1,17	0,26	297,93	8,43
	CNE	39,95	211,22	0,6	0,89	6,79	165,39

Lire : SN = Sol nu; V = végétation; ZI = Zones inondables; EA = Espace Agricole; CNE = Champs non exploités;

Le tableau 16 révèle que le croisement des images de 2005 et 2020 donne une modification très importante du bâti, avec une évolution de 429,52 % et des espaces agricoles (69,14 %). Ces changements touchent principalement, le sol nu (390,37 ha), la végétation (5,45 ha), les zones inondables (35,37 ha) et les champs non exploités (39,95 ha). En effet, la reconversion de ces surfaces s'explique par le développement du front urbain (principalement du bâti) qui dévore plus d'espace. Parallèlement, on note l'évolution de la superficie des espaces agricoles (69,14%). Cependant, l'agriculture sous pluies a connu une dégradation considérable, matérialisée par l'abandon de champs, représentés ici par des espaces non exploités, voire abandonnés.



Carte 8. Évolution de l'occupation du bâti et de l'espace agricole de 2005 à 2020

Pour la dernière phase de 2005 à 2020, la dynamique devient plus intense pour le bâti. La superficie du bâti reconvertie (augmentation) est de 472,20 ha contre 19,4 ha modifiés. La superficie constante est de 86,9 ha.

L'espace agricole constant est de 297,93 ha, une nette évolution par rapport à la phase 2 (1990-2005). Pour l'espace agricole modifié et l'espace agricole reconverti, les superficies sont respectivement estimées à 38,81 ha et 271,63 ha.

La cartographie de l'évaluation des unités d'occupation du sol a permis de saisir les changements et les reconversions intervenues sur les terroirs des villages polarisés par l'Université. Le développement du bâti et la régression des espaces agricoles, principaux facteurs d'artificialisation de l'espace constituent les phénomènes observés dans ce milieu rural. Le bâti de plus en plus, récupère les espaces agricoles naturels ou délaissés (sol nu, végétation, zones inondables) qui font plus tard, objet de lotissements et cédés à des coopératives d'habitats. Le rythme auquel ces changements d'occupation et d'usage du sol se font, détermine le développement du front urbain.

III. Discussion

L'identification et l'analyse de l'occupation du sol fait appel à la télédétection spatiale, qui est devenu un outil incontournable pour l'analyse des phénomènes spatio-temporelles. L'usage de la télédétection a permis de faire une détection des changements d'occupation du sol et aussi de faire une analyse de l'évolution du front urbain (bâti) et des espaces agricoles dans les villages polarisés par l'UGB. Cette méthode est utilisée dans beaucoup de travaux tels que : TINE et al. (2020) ; KPEDENOU et al. (2017) ; FAYE V. M et al. (2016) ; HOANG et al. (2009) ; ZHA Y., GAO J. et NI S. (2003) ; SYLLA D. (2003) ; SUI et al. (2008), SORO G. et al. (2014) ; SARR M. A. (2009) ; MAS J. F. (2000). Cette méthodologie est importante car basée sur les outils adaptés et fiables avec des résultats sous forme de cartes, figures, tableaux. NANGNDI B. et al. (2021) confirme l'importance des SIG et de la télédétection sur la compréhension des changements spatio-temporels de l'occupation des terres. La détection rapide et précise des changements des caractéristiques de la surface de la Terre est extrêmement importante pour comprendre les relations et les interactions entre les phénomènes humains et naturels afin de promouvoir une meilleure prise de décision. L'implantation de l'UGB, sur un milieu rural à beaucoup impacté sur la dynamique spatiale (SY B., 2023).

La cartographie diachronique de l'évolution des unités d'occupation du sol dans les villages périphériques de l'UGB montre des espaces dynamiques où les changements s'observent dans divers secteurs, le bâti, les espaces agricoles, les sols nus, etc. Ces résultats émanent d'une méthodologie basée sur l'analyse spatiale et la détection des changements d'occupation et

d'usage du sol. L'avantage de cette méthodologie est de renseigner sur l'état de l'occupation du sol sur plusieurs dates et de constater les changements, grâce à la confrontation des cartes d'occupation du sol (KPEDENOU K. D. et al., 2017). Dans cette même perspective, SY B. et al. (2020) ont montré que la cartographie est un moyen très utilisé pour appréhender et étudier la temporalité des espaces, à travers le traitement et l'analyse d'images satellitaires. D'ailleurs, FAYE V. M et al. (2016) traitant de l'évolution de l'occupation et de l'utilisation du sol, dans la région du lac de Guiers ont fait appel aux techniques cartographiques basées sur les analyses d'images satellitaires multitudes. Ils ont également procédé à la caractérisation des principales entités spatiales de la zone de 1973 à 2010. Les changements d'occupation du sol se sont manifestés principalement par la substitution des unités et l'extension des aménagements agricoles. Dans cette même perspective, SARR M. A. (2009), a analysé la dynamique spatiale des différents types d'occupation du sol, sur un intervalle de 12 années (de 1990 à 2002), dans le Nord du Sénégal (Ferlo), à partir des images satellites Landsat. Grâce à cette approche, notre travail a abouti aussi, à des résultats plus ou moins similaires sur les changements d'occupation et d'usage du sol, dans les villages polarisés par l'université. DIOP K. et al. (2018) dans leurs travaux, ont aussi procédé par une cartographie diachronique de l'espace, pour mesurer les changements spatiaux. Ce travail portant sur la quantification de la perte des superficies agricoles dans la Grande Niayes de Pikine entre de 1997 et 2016, aboutit à la description et la quantification des mouvements spatiaux du front urbain, des aménagements in situ et de leurs impacts sur la perte de terres agricoles.

L'ensemble de ses travaux, selon leurs zones d'étude, ont utilisés des imageries de télédétection pour le suivi et la détection des changements d'occupation du sol. La conversion des imageries satellitaires en carte d'occupation du sol est un processus long qui fait appel aux méthodes existantes d'interprétation manuelle et de classification numérique paramétrique des images (ZHA Y., GAO J. et NI S., 2003). Une grande variété de méthodes et de techniques d'analyse d'images satellite multitudes ont été développées afin de détecter les changements de la surface terrestre (MAS, 2000). Il s'agit, selon MAS (2000), principalement de trois méthodes : *a) les méthodes pré-classificatoires qui consistent, par accentuation à créer une nouvelle image où les changements sont mis en valeur ; b) les méthodes de classifications multitudes dans lesquelles une image multitude est classée visuellement ou numériquement et c) les méthodes post-classificatoires qui consistent à comparer des classifications indépendantes d'images de dates différentes.* La littérature a montré que parmi les nombreuses méthodes de détection de changements, la différenciation des images, l'analyse en composantes principales et la

comparaison post-classification sont les méthodes les plus couramment utilisées pour la détection des changements (TINE D. et al., 2020, LU et al., 2004). La méthode par comparaison post-classification permet de fournir de l'information détaillée du changement et préparer des cartes de changement (YAUN et al, 2005 cités par HOANG K. H. et al., 2009). De plus, la méthode de comparaison des classifications a témoigné de l'utilité d'une approche simple pour détecter des changements de l'occupation du sol et de sa facilité à créer des cartes de changements (HOANG et al., 2009). Une bonne recherche sur la détection des changements devrait fournir les renseignements sur le changement de zone et taux de changement ; sur la distribution spatiale des types modifiés ; sur le changement des trajectoires des types d'occupation des sols et sur l'évaluation de l'exactitude des résultats de la détection des changements (LU D. et al., 2004).

Conclusion

Au terme de cette analyse, l'espace périphérique de l'université a connu une nette évolution. Le changement d'occupation et d'usage du sol sur la période 1980 et 2020, met en avant le développement du front urbain (bâti) et la régression des surfaces agricoles (agriculture sous pluie). D'abord, une analyse diachronique a permis de mettre en relief l'état de l'occupation du sol en 1980, 1990, 2005 et 2020. Cette carte diachronique identifie et évalue les différentes unités d'occupation du sol. Cela permet d'avoir une vue d'ensemble de l'évolution de l'occupation du sol.

Dans un second temps, l'étude à procéder à la détection des changements d'occupation du sol sur trois temps : entre 1980 et 1990, entre 1990 et 2005 et entre 2005 et 2020. Durant la première période, l'évolution de l'occupation du sol est très timide. Le bâti connaît une très légère évolution et l'activité agricole est quasiment constante. L'ouverture de l'université en 1990, a plus ou moins jeté les bases d'une dynamique spatiale marqué par des changements d'occupation du sol, jusqu'à 2005. C'est à partir de cette période, que l'occupation du sol a connu une exposition fulgurante avec des taux d'évolution exponentiel. Le phénomène d'urbanisation est évoqué dans certaines recherches. L'analyse de l'évolution de l'occupation du sol a nécessité l'application de la télédétection spatiale qui est actuellement un outil fondamental pour l'étude des dynamiques spatiales. Les méthodes et outils de traitement des images satellites sont partagés par beaucoup de chercheurs.

Bibliographie

BLANC P. (1999). Développement de méthodes pour la détection de changement. Sciences de la Terre. École Nationale Supérieure des Mines de Paris, Français.

Chahdi H. (2017). Apports des ontologies à l'analyse exploratoire des images satellitaires. Informatique [cs]. Université Montpellier II, Français.

CISSE M. (2008). Étude de la polarisation de Ngallèle/Sanar dans la zone périurbaine de Saint-Louis, mémoire de maîtrise, UGB 99 p.

DIOP O. (1996). Université et mutations de l'espace rural : le cas de Sanar, village sahélien dans la région de Saint-Louis, in annale de la faculté des lettres et sciences humaines, UCAD N°26, pp. 178 – 194.

FAYE P. S. (2014). Apport du système d'information géographique dans l'étude diachronique de l'extension du tissu urbain de Saint-Louis de 1980 à 2014, mémoire master, Université Gaston BERGER, 93 p.

FAYE V. M, MBOW C. et THIAM A. (2016). Évolution de l'occupation et de l'utilisation du sol entre 1973 et 2010 dans la zone agropastorale du lac de Guiers (Sénégal) , VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne], Volume 16 Numéro 1 | mai 2016, mis en ligne le 09 mai 2016, consulté le 15 juillet 2021.

GUERINIAI A. (2012). Analyse spatio-temporelle par télédétection de la région de Djelfa : évolution de l'occupation du sol. Mémoire de Magistère en sciences agronomiques. ENSA El Harrach-Alger.

HOANG K. H., BERNIER M., VILLENEUVE J. P. (2009). Les changements de l'occupation du sol dans le bassin versant de la rivière câu (viêt-nam) : Essai sur une approche diachronique. Télédétection, 8 (4), pp.227-236.

KPEDENOU K. D., DRABO O., OUOBA A. P., DA Dapola C. E. et TCHAMIE Thiou T. K. (2017). Analyse de l'occupation du sol pour le suivi de l'évolution du paysage du territoire Ouatchi au sud-est Togo entre 1958 et 2015. CAHIERS DU CERLESHS, 2017, XXXI (55), pp.203-228.

LU D., MAUSEL P., BRONDIZIOE. & MORAN E. (2004). Change detection techniques , International Journal of Remote Sensing, 25:12, 2365-2401, DOI: 10.1080/0143116031000139863

MAS J.F., (2000) Une revue des méthodes et des techniques de télédétection du changement. Journal Canadien de Télédétection, 26 (4) : 349-362.

NAKOUYE N. (2010). L'étalement urbain de Saint-Louis : mutations spatiales et socioprofessionnelles dans l'axe Nord, Université Gaston BERGER, UFR-LSH ; section de géographie, 98 p.

NANGNDI B., AVANA TIENTCHEU M. L., ETCHIKE DONG A. B., WOUOKOUE TAFFO J. B., TANOUGONG A. D. et FONKOU T. (2021). Dynamique spatio-temporelle de l'occupation des terres en zones soudanoguiniennes au Tchad : cas du paysage écologique de Larmanaye, *Journal of Applied Biosciences* 160 : pp : 16536 – 16552.

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 », *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Environnement, Nature, Paysage, document 472, mis en ligne le 07 octobre 2009, consulté le 14 juillet 2021.

SINGH, A. (1989). Digital change detection techniques using remotely sensed data. *International Journal of Remote Sensing*. 10 : 989-1003.

SORO G., AHOUSSE E. K., KOUADIO E. K., SORO T. D., OULARE S., SALEY M. B, SORO N. et BIEMI J. (2014). Apport de la télédétection à la cartographie de l'évolution spatio-temporelle de la dynamique de l'occupation du sol dans la région des Lacs (Centre de la Côte d'Ivoire), *Afrique SCIENCE* 10(3) (2014) pp. 146 – 160.

SUI H., ZHOU Q, GONG J. et MA G. (2008). « Processing of multitemporal data et change » in *Advances In Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences : 2008 ISPRS Congress Book*, CRC Press, 1 juil. 2008 - 546 pages.

SYLLA D. (2002). Dynamique de l'occupation du sol dans le Nord de la Côte d'Ivoire (1986-2000) : l'exemple du département de Korhogo. DEA, Université de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire, (2002), 67p.

THIAM S. (1997). Suivi des écosystèmes sahéliens à partir de la télédétection satellitaire application au delta intérieur du Niger (Mali) et à la région du lac de Guiers (Sénégal), Thèse de doctorat en Géographie, Université de Paris-I-Panthéon, 187 p.

TINE D., FAYE M., DIOUF E. M., Ababacar FALL, FAYE B. (2014). "Détection de changement d'occupation du sol et analyse de la dynamique des terres salées dans le Département de Foundiougne (Sénégal)." *IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN)*, 10(4), 2020, pp. 18-31.

ZHA Y., GAO J. et NI S. (2003). Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery// *International Journal of Remote Sensing*. – 24(3). pp.583–594.