

ORIGINAL ARTICLE



EVALUATION PAR TELEDETECTION, DE L'IMPACT SPATIAL DES ACTIVITES AGRICOLES ET DE PECHE DANS LES ZONES HUMIDES SITUEES AUTOUR DU POOL MALEBO DANS LA VILLE DE KINSHASA EN REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO

I Muyaya Kalambay Bruno ¹ | Konunga Mbotekola Godelieve ² | Muamba Muambanzambi Patient ³ | Mutambwe Shango ⁴ | Lumbuenamo Sinsi R ¹ | and I Rudant Jean Paul ⁵ |

¹. Ecole Régionale Post Universitaire de Gestion et Aménagement Intégrés des Forêts et Territoires Tropicaux | Laboratoire de Géomatique Appliquée et Environnement | Kinshasa | République Démocratique du Congo |

². Ecole Régionale Post Universitaire de Gestion et Aménagement Intégrés des Forêts et Territoires Tropicaux | Laboratoire d'Hydrobiologie et d'Hydrobiologie | Kinshasa | République Démocratique du Congo |

³. Espace Géomatique et Environnement Tropicaux | Kinshasa | République Démocratique du Congo |

⁴. Département d'environnement | Faculté des Sciences | Université de Kinshasa | Kinshasa | République Démocratique du Congo |

⁵. Université de Paris Est de Marne la Vallée | Service de la Recherche IGN | Paris | France |

[Received | 22 February 2017]

[Accepted | 14 March 2017]

[Published 21 March 2017 |

ABSTRACT

Introduction: Wetlands are ecosystems of great ecological and economic importance. They are not only the natural habitat for plant and animal species living there, but are also an environment of refuge, nesting and feeding. The objective of this study is to evaluate by satellite imagery the spatial impact between 2001 and 2016 of agricultural and fishing activities in the wetlands around the Malebo pool in the city of Kinshasa. **Materials and methods:** Two types of data were used in the present study, namely: satellite imagery and survey data from four sample sites. Concerning the satellite images, it was two Landsat scenes including an ETM + scene of 03 April 2001 and an OLI scene of 06 March 2016. Regarding the survey data, our sample had a size of 400 individuals at the rate of 100 By sampled site (Ndolo, Masina Petro-Congo, Tshuenge and Kinkole). For the images, we realized a classification by the object oriented approach, using the SVM algorithm under ENVI ZOOM. The classification operation was preceded by that of the geometric correction which was intended to render the two images as superposable as possible and thus to compare the changes between the two dates in terms of spatial impact. **Results:** The results of the image processing show that the class of anthropized zones increased by 300 ha between 2001 and 2016, a little more than 20 ha per year, which is not alarming but worrying. For the field survey, the main results are that: the main activity is fishing, followed by vegetable farming and rice cultivation. These activities are carried out more by men whose age varies between 30 and 45 years and more. Concerning fishing practices, it is more the net fishing which is practiced followed by fishing with mosquito nets which is very anxious because of their small meshes which take with their passage, posses, fry and eggs and one already constate the rarity of Some species of poison such as *Mormyrops deliciosus* (Laech), *Citharinus gibbosus* (BLGR), *Distichodus faciolatus* (BLGR) and *Labeo lineatus*. **Conclusion:** The study shows that the diachronic analysis of the 2001 and 2016 satellite imagery enabled us to assess the spatial impact of market gardening and fishing crops in our study area and to characterize the populations that work and the activities that are carried out.

Key words: Remote sensing, spatial impact, agriculture, fishing, pool Malebo, City of Kinshasa.

RESUME

Introduction: Les zones humides sont des écosystèmes de grands enjeux écologiques et économiques. Ils constituent non seulement l'habitat naturel pour des espèces végétales et animales qui y vivent mais, sont aussi un milieu de refuge, de nidification et d'alimentation. La présente étude a pour objectif d'évaluer par imagerie satellitaire, l'impact spatial entre 2001 et 2016, des activités agricoles et de pêche dans les zones humides autour du pool Malebo, dans la ville de Kinshasa. **Matériels et méthodes:** Nous avons, dans le cadre de la présente étude, utilisé deux types des données à savoir: des images satellitaires ainsi que des données d'enquête réalisée sur quatre sites d'échantillon. Concernant les images satellitaires, il s'est agi de deux scènes Landsat dont une scène ETM+ du 03 avril 2001 et une scène OLI du 06 mars 2016. Concernant les données d'enquête, notre échantillon avait une taille de 400 individus à raison de 100 par site échantillonné (Ndolo, Masina Petro-Congo, Tshuenge et Kinkole). Pour les images, nous avons réalisé une classification par l'approche orientée objet, à l'aide de l'algorithme SVM sous ENVI ZOOM. L'opération de classification a été précédée par celle des corrections géométriques qui avait pour but de rendre les deux images le plus superposable possible afin de mieux comparer les changements intervenus entre les deux dates, en termes d'impact spatial. **Résultats :** Les résultats du traitement des images montrent que la classe des zones anthropisées a augmenté de 300 ha entre 2001 et 2016, soit un peu plus de 20 ha par an, ce qui n'est pas alarmant mais bien inquiétant. Pour ce qui est de l'enquête de terrain, les principaux résultats sont que : la principale activité est la pêche, suivie de l'agriculture maraîchère et de la riziculture. Ces activités sont réalisées plus par les hommes dont l'âge varie entre 30 et 45 ans et plus. Concernant les pratiques de pêche, c'est plus la pêche au filet qui est pratiquée suivi de pêche aux moustiquaires qui est très inquiétante à cause de leurs petites mailles qui emportent à leur passage, poissons, alevins et œufs et on constate déjà la rareté de quelques espèces de poissons telles que le *Mormyrops deliciosus* (Laech), *Citharinus gibbosus* (BLGR),

Distichodus faciolatus (BLGR) et *Labeo lineatus*. **Conclusion** : L'étude montre que l'analyse diachronique des images satellitaires de 2001 et 2016 nous ont permis d'évaluer l'impact spatial des cultures maraichères et de pêche de notre zone d'étude et de caractériser les populations qui travaillent ainsi que les activités qui sont menées.

Mots clé : Télédétection spatiale, impact spatial, agriculture, pêche, pool Malebo, Ville de Kinshasa

1. INTRODUCTION

Les zones humides sont des écosystèmes de grands enjeux écologiques et économiques. En effet, ces milieux constituent non seulement l'habitat naturel pour des espèces végétales et animales qui y vivent, ils sont aussi un milieu de refuge, de nidification et d'alimentation [1, 2, 3].

Dans la ville de Kinshasa, comme dans la plupart des grandes villes et cités de la République Démocratique du Congo (RDC), les zones humides sont principalement exploitées pour les cultures maraichères, la pêche et la pisciculture [4]. L'exploitation des zones humides en soit n'est pas un problème, mais c'est lorsqu'elle est mal encadrée qu'elle peut constituer une menace pour la biodiversité de ces zones, pour le milieu lui-même, il peut poser des problèmes de sécurité (inondation, ...) et de santé publique [5, 6, 7] avec l'apparition des maladies diarrhéiques et autres. Ceci impose donc la nécessité d'une bonne connaissance de ces zones, des activités qui y sont exercées et leur impact sur le milieu afin d'envisager un meilleur encadrement.

Au stade actuel, il n'existe quasiment pas d'études réalisées sur l'impact spatial de ces activités anthropiques sur les zones humides dans la ville de Kinshasa, la plupart d'études existantes ayant été orientées vers les aspects socioéconomiques, principalement la sécurité alimentaires et la rentabilité économique [8, 9], ce qui justifie l'intérêt de la présente étude.

Ainsi, cette étude se fixe pour objectif général une contribution à l'inventaire des principales activités agricoles et de pêche réalisées dans les zones humide de la ville de Kinshasa et d'apprécier l'impact spatial. L'inventaire des activités se fera au moyen d'enquêtes, sur quatre sites pilotes que nous avons identifiés et l'appréciation de l'impact spatial se fera à l'aide de l'imagerie satellitaire, en l'occurrence les images Landsat 7, du capteur ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus) et Landsat 8 du capteur OLI (Operational Land Image). Nous n'avons donc pas abordé les questions relatives au revenu des populations de la zone d'étude. L'hypothèse de base pour la présente étude est que deux scènes de deux dates différentes d'une zone donnée peuvent, par leur analyse diachronique, permettre de dégager la dynamique spatiale de cette zone. La zone d'étude n'étant pas susceptible d'être lotie car étant inondée pendant plusieurs mois de l'année, seules des activités agricoles et de pêche qui y sont pratiquées peuvent y justifiées la présence humaine.

2. MATERIELS ET METHODES

2.1 Site d'étude : La zone d'étude est située le long du fleuve Congo, dans la ville de Kinshasa (figure 1) entre 15.335° et 15.5254° des longitudes Est et 4.31202° et 4.39138° des latitudes Sud (figure2).

La zone est pendant des longs mois de l'année sous l'influence de l'eau (figure3) et est caractérisée par une végétation herbacée de type *Imperata cylindrica* (figure4). Les activités les plus pratiquées sont les cultures maraichères (figure5) et la pêche (figure 6). L'une des conséquences spatiales de ces activités est l'installation des campements (figure 7) et quartiers spontanés (figure 8) dans la zone; principalement sur et autour des sites d'exploitations agricoles et de pêche. Les campements ont un caractère temporaire alors que les quartiers sont généralement installés soit sur terre ferme ou sur des endroits spécialement aménagés à cet effet. Mais assez souvent, il est déploré des cas d'inondation de ces habitations de fortune avec des pertes matérielles importantes pour leurs occupants.

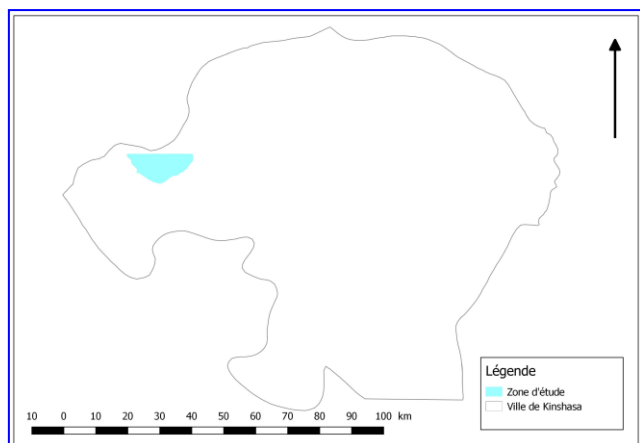


Figure 1: Localisation de la zone d'étude dans la ville de Kinshasa.

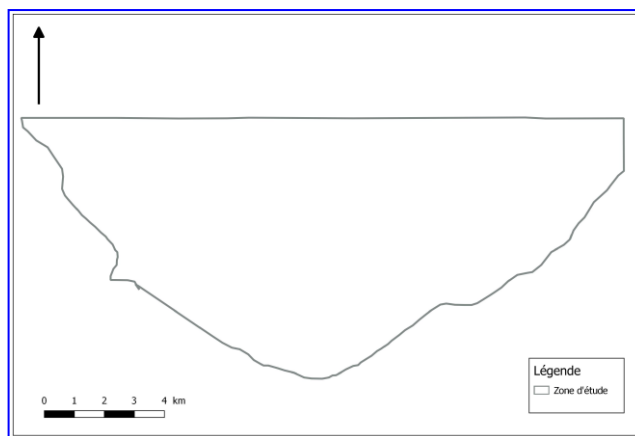


Figure 2: a figure montre la zone d'étude.



Figure 3: La zone est hydromorphe (influence de l'eau).



Figure 4: Savane à *Imperata cylindrica*.



Figure 5: Activités maraîchères dans la zone d'étude.



Figure 6: Activités de pêche dans la zone d'étude.



Figure 7: Un campement spontané de la zone d'étude.



Figure 8: Une cité spontanée de la zone d'étude.

2.2 Données utilisées

Nous avons, dans le cadre de la présente étude recouru à deux types des données à savoir: les données socioéconomiques et des données images.

1. Données statistiques

Un échantillon des données statistiques a été collecté dans le but d'une part, de dégager les grandes tendances des activités réalisées dans la zone et, d'autre part, de qualifier les populations concernées par les activités en question.

Les données ont été collectées à l'aide d'un questionnaire d'enquête conçu à ce propos et la taille de l'échantillon est de 400 individus enquêtés, à raison de 100 individus sur chacun des quatre sites suivants: le site de N'dolo, le site de Masina Petro – Congo, le site de Tshuenge ainsi que le site de Kinkole (figure 9). Le choix des sites a été fait en fonction de leur importance dans la production agricole et de pêche dans la zone d'étude mais aussi en fonction de leur distribution spatiale.

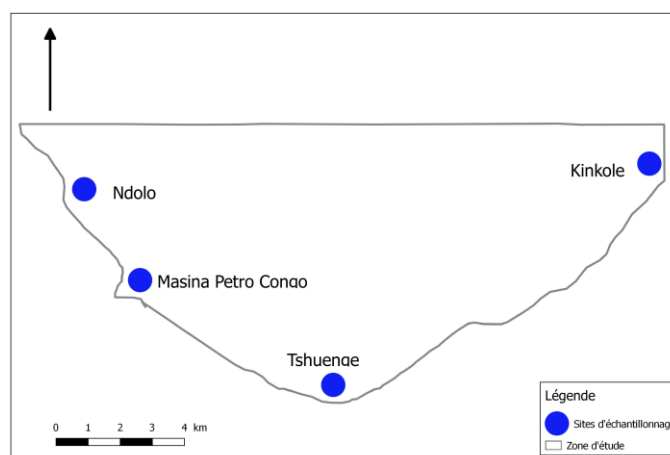


Figure 9: Carte des sites d'échantillonnage des données socioéconomiques.

Le questionnaire conçu était composé d'une dizaine des questions centrées principalement autour de la principale activité par site, de l'âge, du niveau d'instruction, de l'état civil des agriculteurs et pêcheurs de nos sites, des spéculations et

techniques utilisées pour la pêche.

2. Images satellitaires

Les images utilisées dans le cadre de la présente étude sont des deux scènes Landsat p182 – r063 suivantes : La première, une ETM+ du 3 Avril 2001 (figure 10) dont l'extrait de la zone d'étude est illustré à la figure suivante (figure 11).

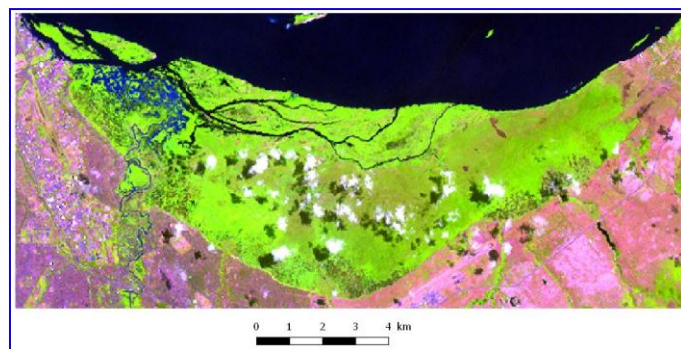
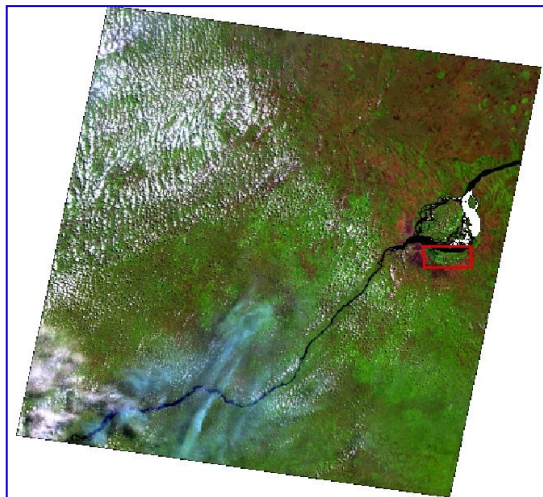


Figure 10: Scène Landsat p182 – 063 ETM+ du 3/04/2001 (542).

Figure 11: Extrait de la scène ETM+ de la zone d'étude (542).

Les caractéristiques de la scène ci – dessus utilisée sont reprises dans le tableau suivant (tab.1).

Tableau 1: Caractéristiques des images Landat ETM+ [10, 11, 12].

Capteur	Résolution spectrale	Couleur bande	Résolution spatiale	Dimension de la scène	Temps temporelle
ETM+	Band 1: 0.450 – 0.515	Blue	30 m	170 km x 183 km	16 jours
	Band 2: 0.525 – 0.605	Green	30 m		
	Band 3: 0.630 – 0.690	Red	30 m		
	Band 4: 0.760 – 0.900	Near IR	30 m		
	Band 5: 1.550 – 1.750	Mid IR	30 m		
	Band 6.1: 10.40 – 12.5	Thermal	60 m		
	Band 6.2: 10.40 – 12.5	Thermal	60 m		
	Band 7: 2.080 – 2.35	Mid IR	30 m		
	Band 8: 0.52 – 0.92	Pan	15 m		

La deuxième, une scène OLI du 06 mars 2016 (figure 12) dont l'extrait de la zone d'étude est repris à la figure ci-après (figure 13).

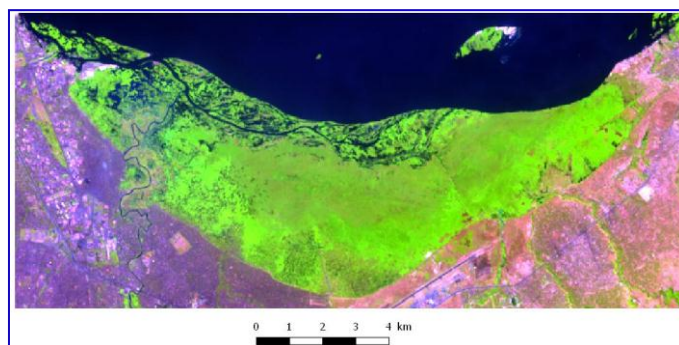
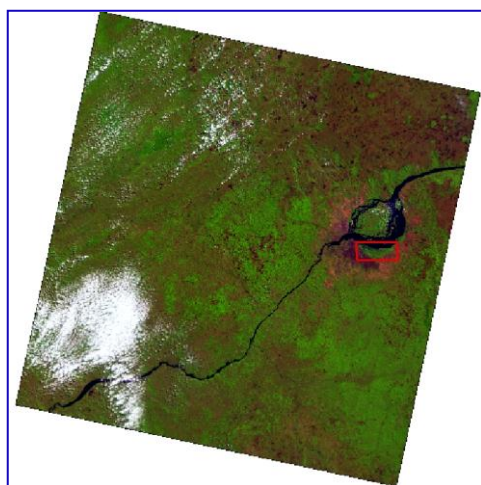


Figure 12: Scène Landsat p182 – 063 OLI du 06/03/2016 (654)

Figure 13: Extrait de la scène OLI du 06/03/2016 de la zone d'étude (654).

Les caractéristiques de la scène OLI utilisée sont reprises dans le tableau ci-après (tab.2).

Tableau 2: Caractéristiques des images Landat OLI [13, 14, 15]

Capteur	Résolution spectrale	Couleur bande	Résolution spatiale	Dimension de la scène	Temps temporelle
OLI	Band 1: 0.433 - 0.453	Coastal / Aerosol	30 m	170 km x 183 km	16 jours
	Band 2: 0.450 - 0.515	Blue	30 m		
	Band 3: 0.525 - 0.600	Green	30 m		
	Band 4: 0.630 - 0.680	Red	30 m		
	Band 5: 0.845 - 0.885	Near Infrared	30 m		
	Band 6: 1.560 - 1.660	S W Infrared	30 m		
	Band 7: 2.100 - 2.300	S W Infrared	30 m		
	Band 8: 0.500 - 0.680	Pan	15 m		
	Band 9: .360 - 1.390	Cirrus	30 m		

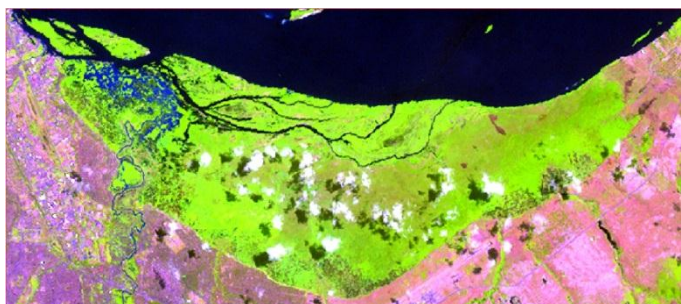
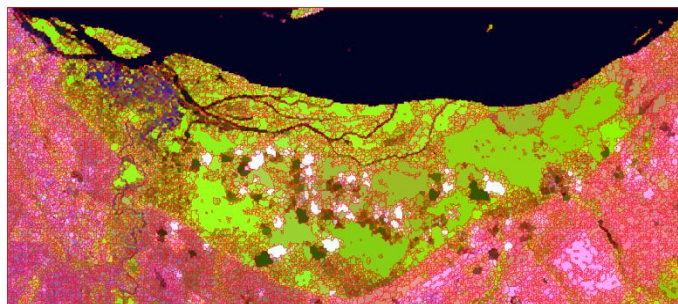
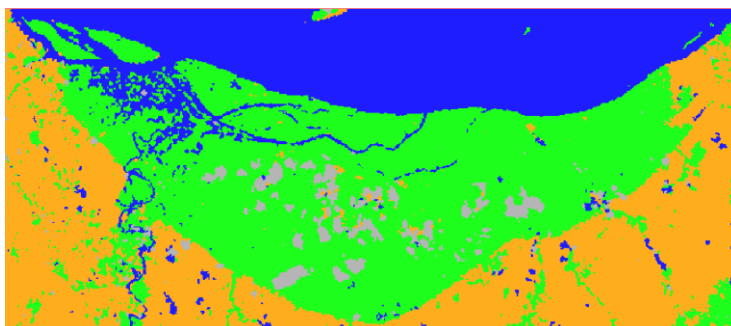
2.3 Techniques

1. Statistiques: Nous avons, dans cette phase, fait recours à une analyse statistique, en recourant à la statistique descriptive [16, 17] dans le but d'une part, de caractériser, qualifier les populations de la zone d'étude mais aussi de dégager le poids de chacune des activités réalisées dans la zone d'étude mais aussi de la façon dont elles sont pratiquées. Pour le faire, nous avons calculé le pourcentage de chaque caractère considéré de la population d'abord par site, puis, pour l'ensemble de la zone d'étude. Le même exercice a été fait pour les activités réalisées sur les sites et pour l'ensemble de la zone d'étude.

2. Traitements d'images: Il existe deux principales modalités de classification d'images, à savoir: la modalité supervisée et la modalité non supervisée [18, 19, 20]. La différence entre les deux réside dans le fait que, pour le premier type, il faut créer des zones d'entraînement pour chacune des classes alors que pour le second on n'a pas besoin des classes d'entraînement. En pratique, la classification non supervisée est généralement réalisée sur des zones sur lesquelles l'opérateur ne possède pas d'information alors que la classification supervisée exige une connaissance préalable de la zone.

Outre les deux modalités de classification, il existe l'approche orientée objet, qui passe par la segmentation de l'image, c'est à dire, délimiter dans l'image des plages régulières ou cohérentes, c'est-à-dire des zones dans lesquelles les valeurs de l'image suivent, à un certain degré, un modèle donné d'organisation : zones relativement homogènes en intensité, en texture, ou en couleur, zones relativement planes, lisses (de variations lentes), etc. [21, 22, 23].

Cette approche a été implémentée pour les deux extraits des scènes Landsat: ETM+ du 03 avril 2001 (figure 14 - 16) et OLI du 06 mars 2016 (figure 17 – 19). Le processus permet de passer de l'image à classifier à l'image segmentée (images des segments), en passant par l'image des contours.

**Figure 14:** Extrait de la scène ETM+ de la zone d'étude (543) .**Figure 15:** Image des contours ETM+ de la zone d'étude (543).**Figure 16:** Image des segments ETM+ de la zone d'étude.

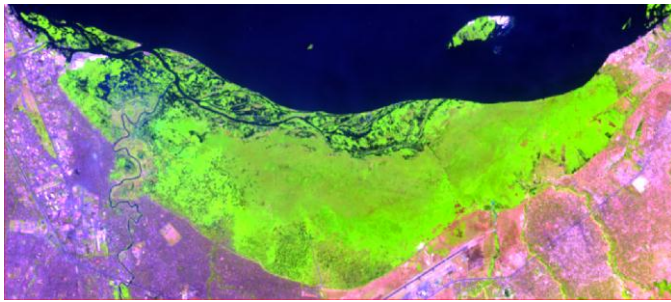


Figure 17: Extrait de la scène OLI de la zone d'étude (654) .

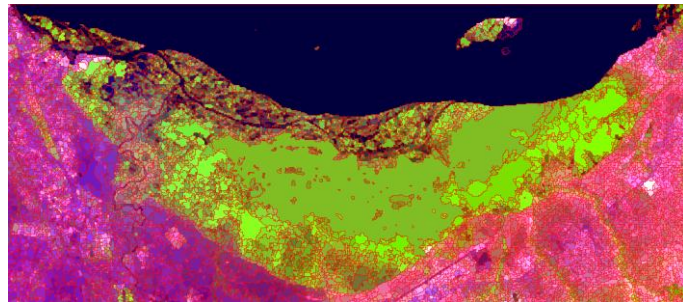


Figure 18: Image de la scène OLI de la zone d'étude segmentée (654) .

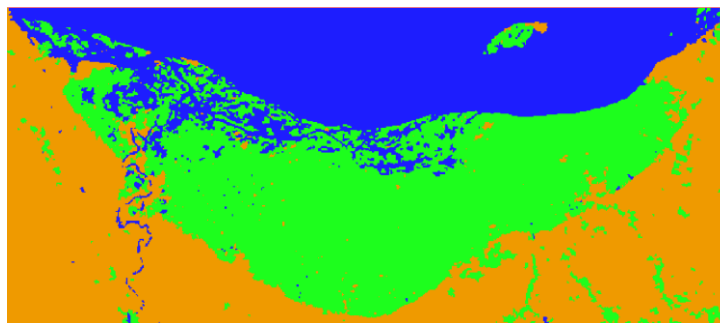


Figure 19: Image des segments de la scène OLI de la zone d'étude.

La classification a été réalisée sous ENVI ZOOM, un module de ENVI, grâce à l'outil Future Extraction. L'algorithme utilisé est le SVM [24, 25, 26].

Nous avons classifié nos deux scènes principalement en trois classes : eau (bleu), végétation (vert), zone anthropisée (orange) et pour la scène de 2001, nous avons créé une classe des nuages. Il faut préciser que l'étape de classification a été précédée par une étape des corrections géométriques de deux images afin de les rendre le plus superposables possibles. Cette opération a été réalisée sous ENVI 4.6.1 à l'aide de l'algorithme image – to – image avec une RMS (erreur moyenne) de 0.65. Ceci a permis de mieux comparer les changements intervenus entre les deux dates [27].

3. RESULTS

Les résultats de la présente étude sont scindés en deux volets : volets spatial (cartographique) et volet socioéconomique.

1. Volet spatial: Les résultats spatiaux sont résumés par les cartes et le tableau des statistiques d'occupation spatiale du sol entre les années 2001 et 2016 ainsi que la dynamique spatiale entre ces deux années.

1.1. Cartes : Nous avons produit cinq cartes reprenant deux cartes d'occupation du sol des années 2001 et 2016 (figure 20 et 21), deux cartes d'anthropisation de la zone d'étude entre 2001 et 2016 (figure 22 et 23) ainsi qu'une carte de la variation spatiale de l'eau sur la zone d'étude entre 2001 et 2016 (figure 24).

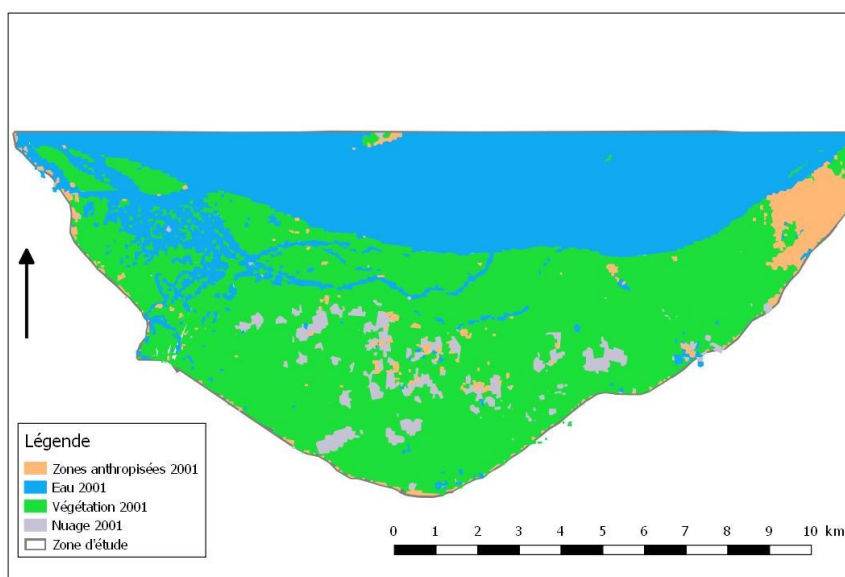


Figure 20: Carte d'occupation du sol de la zone d'étude en 2001.

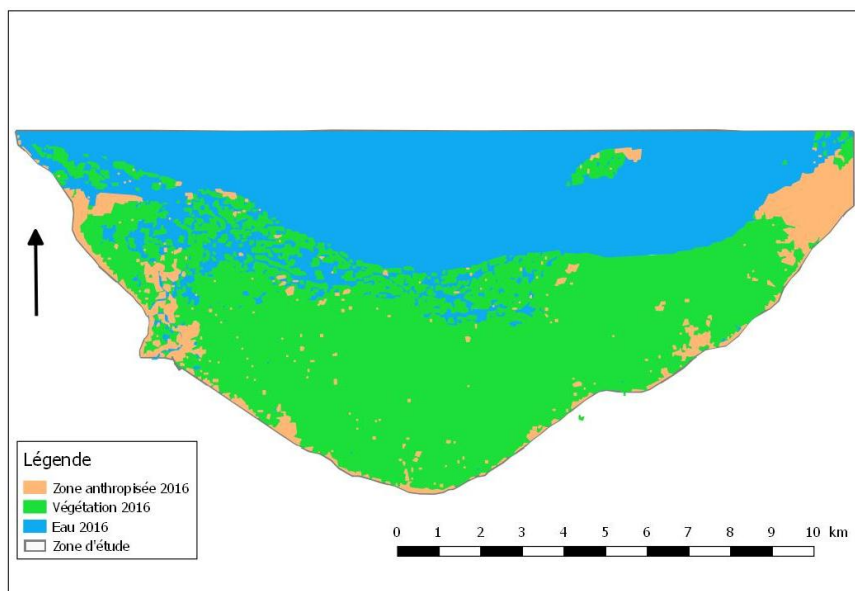


Figure 21: La figure montre la carte d'occupation du sol de la zone d'étude en 2016.

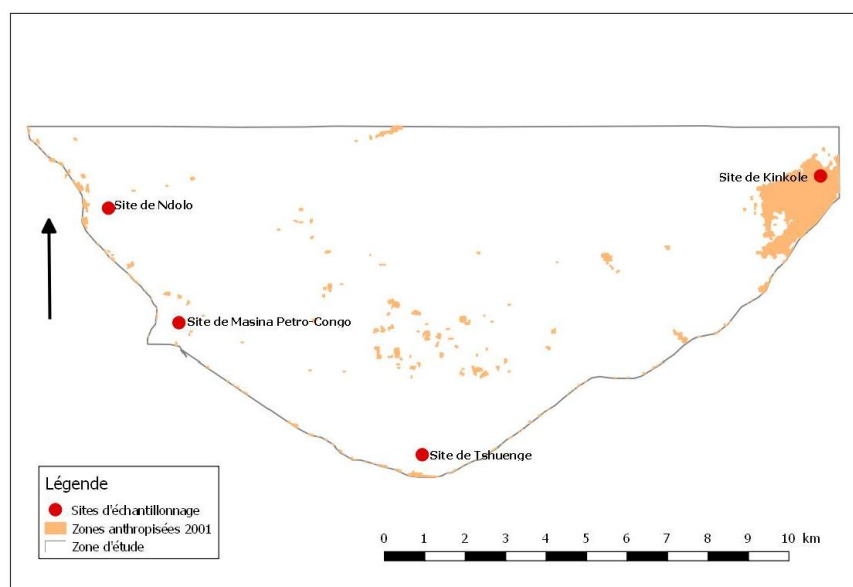


Figure 22: La figure montre la carte de l'état d'anthropisation de la zone d'étude en 2001.

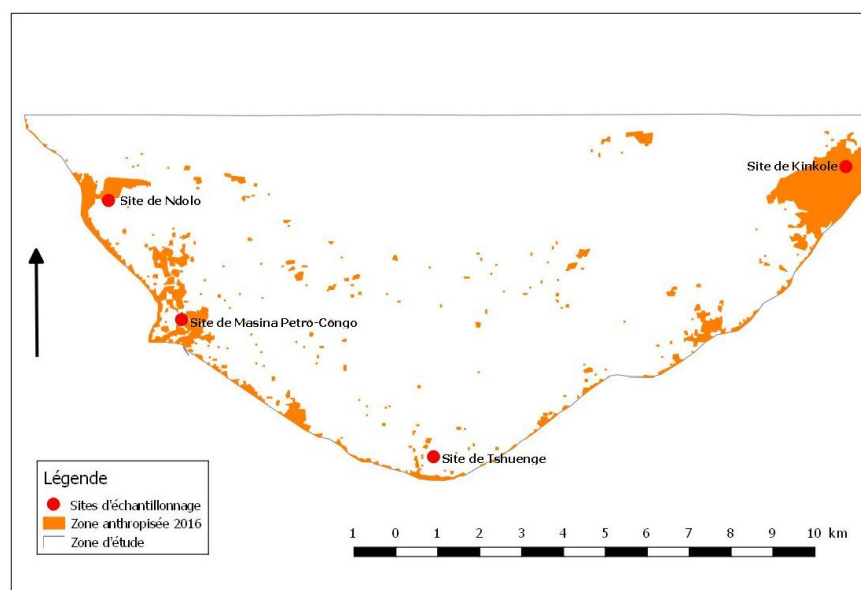


Figure 23: La figure montre la carte de l'état d'anthropisation de la zone d'étude en 2016.

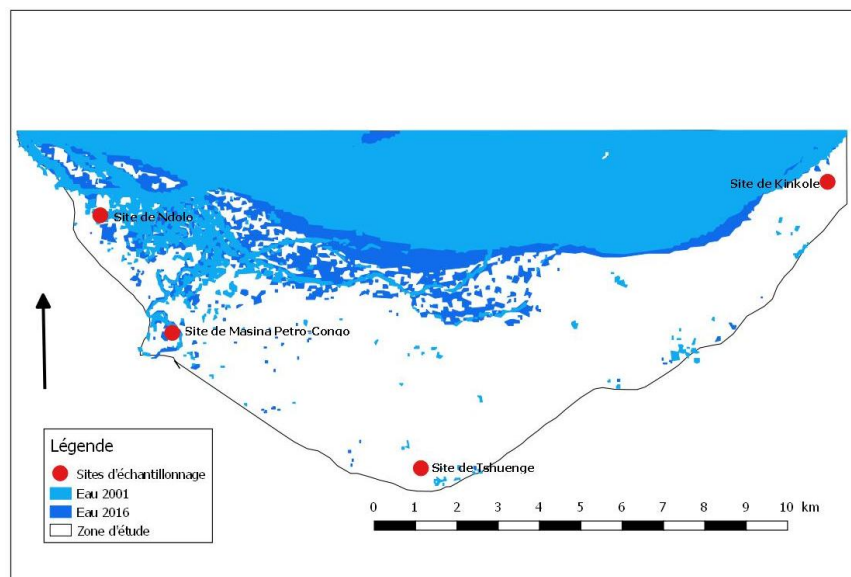


Figure 24: Carte de la variation spatiale de l'occupation de l'eau de la zone d'étude entre 2001 et 2016.

1.2. Tableau d'occupation du sol de 2001 et 2016 ainsi que sa dynamique spatiale

Les statistiques d'occupation du sol des années 2001 et 2016 ainsi que de sa dynamique spatiale entre les deux années sont résumées dans le tableau ci-dessous (tab.3).

Tableau 3: Le tableau montre les statistiques d'occupation du sol pour 2001, 2016 ainsi que la dynamique entre les deux années.

	Situation en 2001	Situation en 2016	Dynamique
Zones anthropiques	368 ha	668 ha	+300 ha
Végétation	6357 ha	5874 ha	-783 ha
Eau	4 430 ha	5094 ha	664 ha
Nuage	481 ha	-	-
Total	11 636 ha	11 636 ha	-

2. Volet socioéconomique

Les résultats socioéconomiques sont issus du dépouillement des fiches d'enquête socioéconomique réalisée sur les quatre sites d'échantillonnage (Ndolo, Masina Petro-Congo, Tshuenge et Kinkole).

Les résultats de cette enquête sont illustrés dans les tableaux ci-après (tableaux 4 – 10).

Tableau 4: Le tableau montre la répartition selon le sexe de la population.

Sexe	Kinkole	Ndolo	Masina Petro-Congo	Tshuenge	Moyenne
M	80	100	30	40	62,5
F	20	0	70	70	40
T	100	100	100	100	-

Le tableau 4 ci-dessus renseigne qu'en moyenne, 62,5 % des personnes exploitant la zone d'étude sont des hommes alors que 40 % sont des femmes.

Tableau 5: Le tableau montre la répartition selon les tranches d'âge de la population.

Tranche d'âge	Kinkole	Ndolo	Masina Petro-Congo	Tshuenge	Moyenne
Moins de 18 ans	0	5	9	3	4,25
Entre 18-30 ans	14	10	10	19	13,25
Entre 30-45 ans	32	40	46	52	42,5
Plus de 45 ans	54	35	35	26	37,5
Total	100	100	100	100	-

Le tableau 5 ci-dessus renseigne que 42,5 % de personnes ont entre 30 et 45 ans, 37,5 % ont plus de 45 ans, 13,25 % ont entre 18 et 30 ans alors que les moins de 18 ans représentent 4,25 %.

Tableau 6: Le tableau montre le statut marital de la population.

Statut marital	Kinkole	Ndolo	Masina Petro-Congo	Tshuenge	Moyenne
Célibataire	9	13	5	16	10,75
Marié (e)	75	70	70	63	69,5
Veuf (ve)	10	11	15	19	13,75
Divorcé (e)	6	6	10	2	6
Total	100	100	100	100	-

Le tableau 6 ci-dessus renseigne que 69,5 % des personnes qui exploitent la zone d'étude sont mariées, 13,75 % de veuves, 10,75 % divorcées alors que 6 % divorcées.

Tableau 7: Le tableau montre le niveau d'instruction de la population.

Niveau d'instruction	Kinkole	Ndolo	Masina Petro-Congo	Tshuenge	Moyenne
Primaire	75	70	63	57	66,25
Secondaire	20	30	32	33	28,75
Supérieur	5	0	5	10	5
Total	100	100	100	100	-

Le tableau 7 ci-dessus renseigne que 66,25 % des personnes qui exploitent la zone d'étude sont de niveau d'études primaires, 28,75 % de niveau d'études secondaires alors que 5 % seulement ont franchi le niveau d'études supérieures.

Tableau 8: Le tableau montre les activités principales de la population.

Activités principaux	Kinkole	Ndolo	Masina Petro-Congo	Kinkole	Moyenne
Pêche	97	100	0	0	49,25
Culture maraichère	3	0	80	85	42
Riziculture	0	0	20	15	8,75
Elevage	0	0	0	0	0
Total	100	100	100	100	-

Le tableau 8 ci-haut renseigne que les principales activités les plus pratiquées dans la zone sont, en ordre utile, la pêche (à 49,25 % en moyenne), les cultures maraichères (à 42 % en moyenne) ainsi que la riziculture (à 8,75 % en moyenne).

Tableau 9: Le tableau montre les pratiques de pêche de la population.

Pratiques de pêche	Kinkole	Ndolo	Masina Petro-Congo	Tshuenge	Moyenne
Pêche au filet	20	70	0	0	22,5
Pêche aux moustiquaires	50	10	0	0	15
Pêche à la ligne	19	10	0	0	7,25
Nasse	11	5	0	0	4
Pisciculture	0	5	0	0	1,25
Total	100	100	0	0	-

Le tableau 9 ci-dessus renseigne que les techniques de pêche les plus pratiquées, en ordre utile sont : la pêche au filet (à 22,5 % en moyenne), la pêche aux moustiquaires (à 15 % en moyenne), la pêche à la ligne (à 7,25 % en moyenne) ainsi que la pêche à la nasse (à 4 % en moyenne).

Tableau 10: Le tableau montre les espèces de poissons devenues rares.

Espèces de poissons devenues rares	Kinkole	Ndolo	Masina Petro-Congo	Tshuenge	Moyenne
<i>Mormyrops deliciosus</i> (Laech)	30	35	0	0	16,25
<i>Citharinus gibbosus</i> (BLGR)	34	15	0	0	12,25
<i>Distichodus faciatus</i> (BLGR)	18	0	0	0	4,5
<i>Labeo lineatus</i>	18	50	0	0	17
Total	100	100	0	0	-

Le tableau 10 ci-dessus renseigne que les espèces de poissons devenues rares dans la zone sont le *Mormyrops deliciosus* (Laech), le *Citharinus gibbosus* (BLGR), le *Distichodus faciatus* (BLGR) et le *Labeo lineatus*. Les sites les plus touchés sont Kinkole et Ndolo qui sont du reste les principaux sites de pêche de la zone.

4. DISCUSSION

Les résultats montrent que sur le plan spatial, les activités agricoles (cultures maraichères, riziculture) ainsi que la pêche ont effectivement un impact sur la zone d'étude. Cela se remarque principalement autour des quatre sites échantillonnés avec une anthropisation plus importante. De manière concrète, la classe des zones anthropisées a augmenté de 300 ha entre 2001 et 2016, soit un peu plus de 20 ha par an, ce qui n'est pas alarmant mais bien inquiétant.

Pour ce qui est de l'enquête de terrain, les principaux résultats révèlent que les principales activités sont, en ordre utile : la pêche (49,25%), suivie de l'agriculture maraîchère (42%) et de la riziculture (8,75%). Ces activités sont réalisées plus par les homes dont l'âge varie entre 30 - 45 ans et plus. Concernant les pratiques de pêche, c'est plus la pêche au filet (22,25%) qui est pratiquée suivie de pêche aux moustiquaires (15%), de la pêche à la ligne (7,25%) de la pêche à la nasse (4%). La pêche aux moustiquaires s'avère être très inquiétante à cause de leurs petites mailles qui emportent à leur passage, poissons, alevins et œufs et on constate déjà la rareté de quelques espèces de poissons telles que le *Mormyrops deliciosus* (Laech), *Citharinus gibbosus* (BLGR), *Distichodus faciolatus* (BLGR) et *Labeo lineatus*.

Les images utilisées sont des images optiques qui sont, de par leur nature, limitée par la présence des nuages (image de 2001) alors que l'image de 2016 est une image dépourvue des nuages. Ceci est la principale limite de la technologie optique de l'imagerie satellitaire optique qui est inopérante sous ciel nuageux notamment alors que l'imagerie RADAR permet de contourner la difficulté [28, 29, 30].

Il faut aussi préciser que la résolution de l'image (30 m en mode multi spectrale), ne nous a pas permis de détecter les parcelles agricoles et c'est justement ce que nous envisageons dans les perspectives avec des images à haute résolution et très haute résolution spatiale (Sentinel2, SPOT6/SPOT7, Pléiades, Ikonos).

5. CONCLUSION

L'étude nous a permis, à partir des images satellitaires Landsat 7 ETM+ du 03 avril 2001 et Landsat OLI du 06 mars 2016 de dégager l'impact des activités agricoles et de pêche, intervenues sur notre zone d'étude entre 2001 et 2016. Elle nous a aussi permis de caractériser la population qui intervient sur ce site pour les dites activités en termes de tranche d'âge, niveau d'instruction, activités principales réalisées.

6. REFERENCES

1. Abdeslam Ennabili et Mohammed Ater, 1996. Flore (Ptéridophyta) des zones humides du Maroc méditerranéen : Inventaire et écologie, Acta Botanica Malacitana, 21: 221-239 Malaga, 1996, pp221-239.
2. Cizel O, 2010. Ghzh, Protection et gestion des espaces humides et aquatiques Guide juridique, Pôle-relais Lagunes, Agence de l'eau RM&C, pp11-30.
3. Maman L et Vienne L, 2010. Les zones humides, un patrimoine remarquable. Geosciences, 2010, pp.68-77. <hal-00663290>
4. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (République Démocratique du Congo), 2014. Preuves et Normes pour une Meilleure Prise de Décision en Sécurité Alimentaire: Rapport du 10ème cycle d'analyse du Cadre Intégré de Classification de la Sécurité Alimentaire (IPC), Mars 2014, p39.
5. Lefebvre C, 2005. Aires marines protégées, les enseignements du premier congrès mondial pour la stratégie nationale, Conservatoire du littoral, Geelong - Australie - 24 au 28 novembre 2005, p15.
6. Secrétariat de la Convention de Ramsar, 2010. Gestion des zones humides : Cadres pour la gestion des zones humides d'importance internationale et autres zones humides. Manuels Ramsar pour l'utilisation rationnelle des zones humides, 4e édition, vol. 18. Secrétariat de la Convention de Ramsar, Gland, Suisse, p108.
7. Gayet G, Baptist F, Baraille L, Caessteker P, Clément JC, Gaillard J, Gaucherand S, Isselin-Nondedeu F, Poinot C, Quétier F, Tourout J, Barnaud G, 2016. GUIDE de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides, p190.
8. Kasongo Lenge Mukonzo E et Yumba Kabange G, 2009. Rapport d'étude sur l'agriculture périurbaine (maraichage) de Kinshasa, ACF, p87.
9. Clément B, 2012. Enjeux, rôles et fonctions des zones humides, Université de Rennes, RAMSAR - 2 Février 2012, p41.
10. Rüdenauer H, Schmitz M. Use of Landsat 7 ETM+ data as basic information for infrastructure planning, University of Duisburg-Essen, Dept. of Civil Engineering 45117 Essen, Germany.
11. National Aeronautics and Space Administration, Landsat 7 Science Data Users Handbook, p187.
12. Landsat spectral bands, Landsat Thematic Mapper (TM) and Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) Bands, p2.
13. Department of the Interior, U.S. Geological Survey, 2012. Landsat Data Continuity Mission (LDCM), Mission Data: Data format control book (DFCB) Version 06, 2012, p81.
14. Department of the Interior, U.S. Geological Survey, 2012. Landsat Data Continuity Mission (LDCM), Mission Data: Data format control book (DFCB) Version 09, 2012, p97.
15. Blackett M, 2014. Early Analysis of Landsat-8 Thermal Infrared Sensor Imagery of Volcanic Activity, Centre for Disaster Management and Hazards Research, Coventry University, UK, remote sensing, Vol. 6, pp2283-2295.
16. Baccini A, 2010. Statistique descriptive élémentaire, Institut de Mathématiques de Toulouse, UMR CNRS 5219 Université Paul Sabatier — 31062 – Toulouse cedex 9, p40.
17. Tille Y, 2010. Résumé du cours de statistique descriptive, p172.
18. Pony O, Descombes X, Zerubia J, 2000. Classification d'images satellitaires hyper spectrales en zone rurale et périurbaine, N° 4008, Septembre 2000, Institut National de recherche en informatique et en automatique, Rapport de recherche, p67.
19. Sengupta SK, Lopez AS et Poland DN, 2004. Class-label statistics: a basis for fusing information from multispectral imagery with an application to unsupervised detection of human settlement, In Proceedings of Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS'04, IEEE International, Digital Object Identifier 10.1109/IGARSS.2004.1368600, vol. 2, pp1084-1087.
20. Mégret R, 2010. IT215 Traitement d'images Cours 1 : Représentation et formation des images, ENSEIRB 2010, p76.
21. Le Cadet O, 2004. Méthodes d'ondelettes pour la segmentation d'images. Applications à l'imagerie médicale et au tatouage d'images, thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Grenoble, Spécialité : Mathématiques appliquées, p211.
22. Auroux D, 2009. Algorithmes rapides pour le traitement d'images et l'assimilation de données, Soutenance d'habilitation à diriger des recherches, Institut de Mathématiques, Toulouse 26 Novembre 2008, p49.
23. Idbraim Soufiane, 2009. Méthodes d'extraction de l'information spatiale et de classification en imagerie de télédétection : Applications à la cartographie thématique de la région d'Agadir (Maroc), thèse de doctorat, Université Mohammed V – Agdal, Faculté des Sciences, Rabat, Discipline : Sciences de l'ingénieur Spécialité : Informatique & Télécommunications, p147.
24. Cortes C and Vapnik V, 1995. Support-vector networks. Machine Learning, 20(3) pp273-297.
25. Cornuéjols A, 2002. Une nouvelle méthode d'apprentissage : Les SVM. Séparateurs à vaste marge, Synthèse, Bulletin de l'AFIA, pp14-23.
26. Machine à vecteurs de support - Wikipédia http://fr.wikipedia.org/wiki/Support_vector_machine
27. Muyaya Kalambay B, Rudant JP, Lumbuenamo Sinsi R, Beland M et Riera B, 2016. Dynamique spatiale du domaine de chasse et réserve de Bombo Lumene entre 2000 et 2015 par imagerie satellitaire optique, International Journal of Innovation and Applied Studies ISSN 2028-9324 Vol. 18 No. 2 Oct. 2016, pp. 559-568 © 2016 Innovative Space of Scientific Research Journals <http://www.ijias.isr-journals.org/>

28. Moez Baccouche, 2009. Recalage et fusion de données optiques et radar métriques : Application à la détection des bâtiments, Projet présenté pour l'obtention du diplôme de Master 2 en Informatique , spécialité : Imagerie , parcours : Traitement avancé des images, Université Pierre et Marie Curie – PARIS VI Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, p71.
29. Hachemi K, Abdellaoui A, Grecu F, Ozer A et Visan M, 2010. L'association d'images diachroniques avec un MNA pour une meilleure interprétation des changements de paysage dans la région de Buzău (Roumanie), Revista de geomorfologie, vol. 12, 2010, pp59-71.
30. Rudant JP, Boudinaud J, Hosford J, Monjoux E, Sarti F, 2016. La télédétection en 2016 : Quelle stratégie face aux nouvelles données libres d'accès (images spatiales et ressources pédagogiques), Colloque International de N'Gaoundéré, Cameroun Décembre 2015, à paraître revue RIGAGER, p15.

Cite this article: Muya Kambay Bruno, Konunga Mbotekola Godelieve, Muamba Muambanzambi Patient, Mutambwe Shango, Lumbuenamo Sinsi et Rudant Jean Paul. EVALUATION PAR TELEDETECTION, DE L'IMPACT SPATIAL DES ACTIVITES AGRICOLES ET DE PECHE DANS LES ZONES HUMIDES SITUEES AUTOUR DU POOL MALEBO DANS LA VILLE DE KINSHASA EN REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO. Am. J. innov. res. appl. sci. 2017; 4(3): 85-95.

This is an Open Access article distributed in accordance with the Creative Commons Attribution Non Commercial (CC BY-NC 4.0) license, which permits others to distribute, remix, adapt, build upon this work non-commercially, and license their derivative works on different terms, provided the original work is properly cited and the use is non-commercial. See: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>