



UNIVERSITE D'ABOMEY-CALAVI
(UAC)
FACULTE DES SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES
(FASHS)



Laboratoire de Géographie Rurale et d'Expertise Agricole
(LaGREA)

***Journal de Géographie Rurale Appliquée et
Développement
(J_GRAD)***



ISSN : 1840-9962

N °1, décembre 2020

Volume 1

COMITE DE PUBLICATION

Directeur de Publication : Professeur Moussa GIBIGAYE

Rédacteur en Chef : Dr (MC) Bernard FANGNON

Conseiller Scientifique : Professeur Brice SINSIN

COMITE SCIENTIFIQUE

BOKO Michel (UAC, Bénin)
SINSIN Brice (UAC, Bénin)
ZOUNGRANA T. Pierre, Université de
Ouagadougou, (Burkina Faso)
AFOUDA Fulgence (UAC, Bénin)
AGBOSSOU Euloge (UAC, Bénin)
TENTE A. H. Brice (UAC, Bénin)
TOHOZIN Antoine Yves (UAC, Bénin)
KOFFIE-BIKPO Cécile Yolande (UFHB,
Côte d'Ivoire)
GUEDEGBE DOSSOU Odile (UAC,
Bénin)
OFOUEME-BERTON Yolande (UMN,
Congo)
CHOPLIN Armelle (Université Paris 1
Panthéon-Sorbonne, France)
SOKEMAWU Koudzo (UL, Togo)
VISSIN Expédit Wilfrid (UAC, Bénin)
TCHAMIE Thiou Komlan, Université de
Lomé (Togo)

SAGNA Pascal, Université Cheikh Anta
Diop (Sénégal)
OGOOWALE Euloge (UAC, Bénin)
HOUNDENOU Constant (UAC, Bénin)
KOLA Edinam (UL, Bénin)
CLEDJO Placide (UAC, Bénin)
CAMBERLIN Pierre, Université de Dijon
(France)
OREKAN Vincent O. A. (UAC, Bénin)
ODOULAMI Léocadie (UAC, Bénin)
GONZALLO Germain (UAC, Bénin)
KAMAGATE Bamory, Université Abobo-
Adjamé, UFR-SGE (Côte d'Ivoire)
KAUDJHS ASSI-Joseph Université
Alassane OUATARA (Côte d'Ivoire)
YOUSSAOU ABDOU KARIM Issiaka
(UAC, Bénin)
HOUINATO Marcel, (UAC, Bénin)
BABATOUNDE Séverin (UAC, Bénin)

COMITE DE LECTURE

TENTE A. H. Brice (UAC, Bénin), DOSSOU GUEDEGBE Odile (UAC, Bénin), TOHOZIN Antoine (UAC, Bénin), VISSIN Expédit Wilfrid (UAC, Bénin), VIGNINOUS Toussaint (UAC, Bénin), GIBIGAYE Moussa (UAC, Bénin), YABI Ibouaïma (UAC, Bénin), ABOUDOU, YACOUBOU MAMA Aboudou Ramanou (UP, Bénin), AROUNA Ousséni (UNSTIM, Bénin), FANGNON Bernard (UAC, Bénin), GNELE José (UP, Bénin), OREKAN Vincent (UAC, Bénin), TOKO IMOROU Ismaïla (UAC, Bénin), VISSOH Sylvain (UAC, Bénin), AKINDELE A. Akibou (UAC, Bénin), BALOUBI David (UAC, Bénin), KOMBIENI Hervé (UAC, Bénin), OLOUKOÏ Joseph (AFRIGIS, Nigéria), TAKPE Auguste (UAC, Bénin), ABDOULAYE Djafarou (UAC, Bénin), DJAUGA Mama (UAC, Bénin), NOBIME George (UAC, Bénin), OUASSA KOUARO Monique (UAC, Bénin), GBENOU Pascal (UAC, Bénin), GUEDENON D. Janvier (UAC, Bénin), SABI YO BONI Azizou (UAC, Bénin), ANAGONOU Désiré (UAC, Bénin), TONDRO MAMAN Abdou Madjidou (UAC, Bénin)

ISSN : 1840-9962

Dépôt légal : N^o 12388 du 25-08-2020, 3ème trimestre Bibliothèque Nationale Bénin

SOMMAIRE

| N° | TITRES | Pages |
|----|--|---------|
| 1 | FANGNON Bernard : <i>Dynamique foncière et vulnérabilité des exploitations maraichères dans la commune de Sèmè-Podji (sud-est du Bénin)</i> | 05-20 |
| 2 | KOUAKOU DJAHA NIMLAN Josiana, AMANI ASSIE Felix, BRIN ADOU Kouabenan, KOFFI YAO Jean Julius : <i>Retour des migrants agricoles et problèmes fonciers dans la sous-préfecture de Brobo (Centre de la Côte d'Ivoire)</i> | 21-34 |
| 3 | IBRAHIMA MOUNKAILA Ridouane, DIPAMA Jean-marie, BONTIANTI Abdou, BACHIR Mourtala : <i>Variations climatiques, pressions anthropiques et dynamiques de l'occupation et de l'utilisation des sols : analyse sur les facteurs de la dégradation des terres dans les communes Kourteye, Simiri et Ouallam (Niger)</i> | 35-51 |
| 4 | BASSE Orou Yorou Guy Aymard, ABDOULAYE Abdoul Ramane, TONDRO MAMAN Abdou-Madjidou, GIBIGAYE Moussa : <i>Perceptions des acteurs agricoles sur les déterminants des changements spatio-temporels de la végétation dans le bassin supérieur de l'Okpara au Nord-Bénin</i> | 52-64 |
| 5 | ASSI-KAUDJHIS Narcisse : <i>Contribution des potentialités endogènes à la gestion de la commune d'Oume (Centre- Ouest de la Côte d'Ivoire)</i> | 65-77 |
| 6 | TRAORE Diakalya, SOME YELEZOUOMIN STEPHANE Corentin, FANGNON Bernard, DA DAPOLA EVARISTE Constant : <i>Emergence de l'agriculture de rente et dynamique de la gouvernance coutumière du foncier dans la commune de Kangala (Burkina Faso)</i> | 78-88 |
| 7 | HOUINSOU TOGNIDE Auguste, NASSIHOUNDE COCOU Blaise, KPATOUKPA Kweshivi Bienvenu : <i>Problématique de la gestion foncière dans la commune de Tôffo au Sud-Bénin</i> | 89-104 |
| 8 | AHODO-OUNSOU NADOHOU ALODEDJI Richard, TOHOZIN Antoine Yves et GIBIGAYE Moussa : <i>Enjeux fonciers et jeux d'acteurs dans l'espace rural de la commune de Zê (Bénin)</i> | 105-117 |
| 9 | ABOUDOU YACOUBOU MAMA Aboudou Ramanou : <i>Enjeux et défis de la gestion des terres agricoles dans la commune de Savè au Centre du Bénin</i> | 118-134 |
| 10 | Vincent MOUTEDE-MADJI, Beltolna MBAINDOH : <i>Exploitation pétrolière et dynamique des espaces ruraux dans le Département de la Nya en République du Tchad</i> | 135-148 |

| | | |
|----|--|---------|
| 11 | ANGOA Roseline Ella Ehoué, KOULAÏ Armand, TAPÉ Bidi Jean : <i>Déterminants et incidences spatio-sociales de la paysannerie dans la localité d'Arrah à l'est de la Côte d'Ivoire</i> | 149-160 |
| 12 | KOUMASSOU M. Thréance, YABI Ibouraïma, BALOUBI M. David, HOUSSOU Christophe Sègbè : <i>Ecueils du code foncier domanial et pratiques foncières locales dans les communes d'Aplahoué et de Klouékanmey</i> | 161-176 |
| 13 | KOUASSI Konan, KOFFI Guy Roger Yoboué, N'GUESSAN N'GUESSAN Francis, ASSI-KAUDJHIS P. Joseph : <i>Enclavement fonctionnel et accès aux marchés ruraux dans la sous-préfecture de Bonon en Côte d'Ivoire</i> | 177-191 |
| 14 | ASSEMIAN Assiè Emile, KOUAKOU Yao Fabrice, BOTTI Vanie David : <i>Cartographie des zones humides destinées à l'agropastoral et à l'approvisionnement en eau potable de la commune de Katiola (centre-nord de la Côte d'Ivoire) par télédétection</i> | 192-207 |
| 15 | SANOU Bakary, ADAM Youssoufou, TONDRO MAMAN Abdou Madjidou, DAKOU Bio Sylvestre, GIBIGAYE Moussa : <i>Dynamique institutionnelle de gouvernance et d'aménagement des espaces frontaliers en Afrique de l'Ouest</i> | 208-221 |
| 16 | KRAMO Yao Valère : <i>Accessibilité géographique aux structures sanitaires et stratégies de résilience en milieu rural dans le Département de Gagnoa en Côte d'Ivoire</i> | 222-235 |
| 17 | ODJOUBERE Jules, DAOUDOU O. Laurent, LAOUROU Jean : <i>Impacts de la pression anthropique sur la forêt classée de l'Ouémé-Boukou dans la commune de Savè au Bénin</i> | 236-246 |
| 18 | GBENOU Pascal, GBESSO Gbodja Houéhanou François, GIBIGAYE Moussa : <i>Spatialisation, usages et essai de multiplication massive des plants de <i>Pterocarpus santalinoides</i> DC. en pépinière dans la commune d'Abomey-Calavi</i> | 247-257 |
| 19 | MAGNINI Seindira : <i>Analyse des perceptions liées à la mobilité des enfants dans la province du Sourou au Burkina Faso</i> | 258-270 |

CARTOGRAPHIE DES ZONES HUMIDES DESTINÉES À L'AGROPASTORAL ET À L'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE DE LA COMMUNE DE KATIOLA (CENTRE-NORD DE LA CÔTE D'IVOIRE) PAR TÉLÉDÉTECTION

CARTOGRAPHY OF HUMID ZONE DESTINED TO FARMING AND BREEDING AND SUPPLYING IN POTABLE WATER IN KATIOLA COMMUNE (CENTER-NORTH OF COTE D'IVOIRE) BY REMOTE SENSING

Assiè Emile ASSEMIAN, Yao Fabrice KOUAKOU, Vanie David BOTTI*

Université Alassane Ouattara, UFR CMS / Département de géographie / Laboratoire de géographie, Adresse :
01 BP V 18 Bouaké 01, assmilea@gmail.com / assmilea2@yahoo.com
Contact : +22506770010 / +22577710517
Auteur correspondant : Assemian Assiè Emile : assmilea@gmail.com

RÉSUMÉ

Les zones humides sont considérées comme tout terrain, exploité ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire, dont la végétation, quand elle existe, y est dominée par les plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année. C'est une région où le principal facteur d'influence du biotope et de sa biocénose est l'eau. Ces milieux sont au cœur d'enjeux de gestion et d'exploitation pour les collectivités locales et les organismes de gestion. Pour la commune de Katiola, ils sont utiles pour l'agropastoral et l'approvisionnement en eau potable. Le but de ce travail est de réaliser un inventaire par cartographie des zones humides en utilisant les méthodes de télédétection sur un espace communal de 160,04 km².

Ainsi, les traitements d'image Landsat 7 ETM+ du 2 octobre 2018, de résolution spatiale 30 m, par les calculs des indices de télédétection (NDVI, NDWI, NDWI2, indice de brillance des sols et les ACP), des compositions colorées de ceux-ci ont permis de rehausser les zones humides de la commune de Katiola. Par ailleurs, la méthode de classification supervisée, a permis de cartographier ces zones humides et de déterminer leur superficie qui est estimée à 14,04 km².

Cet inventaire des zones humides par des méthodes de télédétection devrait contribuer à une meilleure planification des exploitations pour une gestion durable de cette ressource vitale, en raison de la réduction de la pluviométrie dans cette localité, due aux effets du réchauffement climatique.

Mots clés : zone humide, télédétection, cartographie, Côte d'Ivoire

ABSTRACTS

The humids zones are considered like every ground, exploted or no usually flooded or stuffed of sweet water, salted water of permanent or temporasy waij, of which the vegetable, where she existed, it's dominated by the hygrophils plants during at least a part of the year. It's a region where the principal factor of the influence of biotope and her biodiversity is the water. Those middles are in the heart of stake of management and explotation for the local community and the management orgasm. For Katiola commune, they are useful for agriculture, breeding and supplying in potable water. The goal of this work is to realize a inventory by cartography the humids zones using the remonte sensing methods on a council space of 160,04 km².

So, the treatment of Landsat 7 ETM+ image of 2 october 2018, of 30 m spatial resolution, by the calculation of remote sensing index (NDVI, NDWI, NDWI2, the ground shining index and ACP), the colored composition of this one, have allowed to set off the humid zones of Katiola commune. Moreover, the supervised classification method, has allowed to cartography those humid zones and to determine their surface which is estimated to 14,04 km².

This inventory of the humid zones by remote sensing method has owed to contribute to a better planning of the farming for a lasting management of this vital resource, in reason of the rainfall reduction in this locality, had the climatic rise effect.

Key words : Humid zone, remote sensing, cartography, Côte d'Ivoire

INTRODUCTION

Les milieux humides regroupent l'ensemble des sites saturés d'eau ou inondés pendant une période suffisamment longue pour influencer, dans la mesure où elles sont présentes, les composantes du sol et la végétation (L. Couillard et P. Grondin, 1986, p. 155). Ces milieux regroupent toutes les étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres (SCR, 2016, p. 10). Elles présentent depuis plusieurs années de forts intérêts écologiques en raison de leurs fonctionnalités biologiques, hydrologiques et biogéochimiques (G. Barnaud et F. Fustec, 2007, p. 36 ; J.F. Migot, 2005, p. 40). Ces milieux sont ainsi au cœur d'enjeux de gestion pour les collectivités locales et les organismes de gestion. Les premiers dispositifs pour la préservation de ces milieux, avaient pour objectif leur patrimonialisation. Les zones humides, à l'interface entre terre et eau, sont des milieux riches et diversifiés, aux fonctions et valeurs multiples aujourd'hui largement reconnues (E. Fustec et J. C. Lefeuvre, 2000, p. 35; E. Maltby et T. Barker, 2009, p. 160; W. Mitsch et J. Gosselink, 2007, p. 205). Elles ont connu une forte diminution au niveau mondial depuis plusieurs décennies et sont aujourd'hui toutes, plus ou moins menacées ou dégradées, en raison principalement de la pression anthropique exercée sur ces écosystèmes, mais aussi du changement climatique (P. Murdoch *et al.*, 2000, p. 351 ; M. Acreman et M. McCartney, 2009, p. 650).

L'emprise et l'évolution actuelles de ces milieux, en particulier dans les paysages fortement anthropisés, représentent actuellement un enjeu environnemental majeur, tant au niveau de la ressource en eau (M. Acreman et M. McCartney, 2009, p. 651) que de la biodiversité (B. Gopal, 2009, p. 70) ou de l'état de l'atmosphère. Le drainage important des zones humides au cours de ces dernières décennies au profit des cultures et de l'urbanisation a contribué, en plus d'une baisse notable de la biodiversité, à l'accélération des transferts de flux et de matières dans les hydrosystèmes, les dommages entraînés comprenant la pollution et l'eutrophisation des cours d'eau (M. Acreman et M. McCartney, 2009, p. 652). Ainsi, elles sont considérées comme les écosystèmes les plus riches en termes de biodiversité mais, paradoxalement, ce sont aussi ceux qui subissent le plus de pressions anthropiques. En effet, malgré le fait qu'elles rendent des services inestimables à la société (MEA, 2005, p. 38), de nombreuses menaces pèsent sur elles et leur perte se fait à un rythme plus rapide que pour la plupart des autres types d'écosystèmes (L. Finlayson *et al.* 1992, p. 45). En région méditerranéenne, ces pressions se font surtout sentir sur la disponibilité en eau, en privant ces milieux de cette ressource essentielle pour leur fonctionnement, par des pompages excessifs, la construction de barrages, ou encore sur la perte de leurs habitats (C. Pérennou *et al.*, 2012, p. 59), en les drainant au profit de l'agriculture par exemple (Atlas IV, 2004, p. 102). En région des savanes de la Côte d'Ivoire, précisément au nord, les zones humides sont des ressources très précieuses, car elles servent à la pratique de l'agriculture irriguée, mais surtout de l'abreuvement des bovins. Ainsi, en saisons sèche, les éleveurs sont obligés de parcourir plus de 7 km de leur lieu habitation à la recherche de l'eau non taris pour leurs bœufs et les moutons. Elles constituent des territoires complexes, dont les caractères et la perception fluctuent dans le temps. Leur cartographie pour les localiser et pour les inventaires, suppose le recours à des méthodes diversifiées et adaptées (R. Sebastien, 2012, p. 201).

La télédétection a apporté une meilleure compréhension de la structure et du fonctionnement de certaines zones humides. Elle repose sur l'utilisation de plusieurs domaines de longueurs

d'onde du spectre électromagnétique, visibles ou non. Il s'agit d'analyser la part de l'énergie solaire réfléchi à la surface de la terre dans les parties visibles, proche infrarouge et infrarouge moyen du spectre, et de l'énergie émise par la terre elle-même au-delà de 3 mm. Chaque type de surface terrestre réagit spécifiquement dans les différents domaines spectraux par rapport aux flux d'énergie qu'il reçoit, en fonction de sa nature et de son état (R. Sebastien, 2012, p. 203). Cette particularité définit la signature spectrale de chaque type de surface, ce qui permet d'identifier et de cartographier les zones humides, les formations végétales, les sols nus et habitats. L'approche fondée sur les indices d'humidité reste une approche privilégiée, car les zones humides présentent une relative humidité des sols, même en période sèche (B. Clément *et al.*, 2008, p. 95). Ces indices varient selon le type de capteurs utilisés, et permettent de faire ressortir des informations relatives à l'humidité des sols ou de la végétation. Deux principaux indices se distinguent: le NDWI (Normalized Difference Water Index) (B.C. Gao, 1996, p. 259) et le NDWI2 (S. Mcfleeters, 1996, p. 1428). Les NDWI et NDWI2 sont élaborés pour des capteurs de type Spot ou Landsat. Ces indices permettent de mettre en évidence, la présence d'eau à partir des bandes du visible, du proche infrarouge et du moyen infrarouge. Des indices de végétation peuvent également être employés pour différencier les zones humides à partir des types de végétation. Des indices indépendants des types de sols sont à privilégier (NDVI, TSAVI, PVI, etc.). L'objectif de ce travail consiste à identifier et surtout faire un inventaire des zones humides de la commune de Katiola et les cartographier en utilisant les images Landsat 7 ETM+ de 30 m de résolution spatiale. Ces zones humides qui sont utiles pour la pratique agropastorale et l'approvisionnement en eau potable doivent être quantifiées, en vue de promouvoir leur gestion durable, dans ces circonstances de changement climatique, accentué par la réduction de la pluviométrie dans cette localité. Il est spécifiquement question de calculer des indices d'humidité, des indices de végétation, des analyses en composantes principales et de réaliser des compositions colorées pour rehausser ces zones humides et les cartographier par classification supervisée.

1. PRÉSENTATION DE LA ZONE DE RECHERCHE

La commune de Katiola est située au nord-centre de la Côte d'Ivoire, précisément entre les longitudes : 5° 3' 30'' et 5° 10' 47'' ouest et les latitudes : 8° 5' 05'' et 8° 11' 33'' nord. Sa superficie est environ 160, 04 km² et la ville de Katiola (espace habité) s'étend sur une surface de 10,47 km² (figure 1).

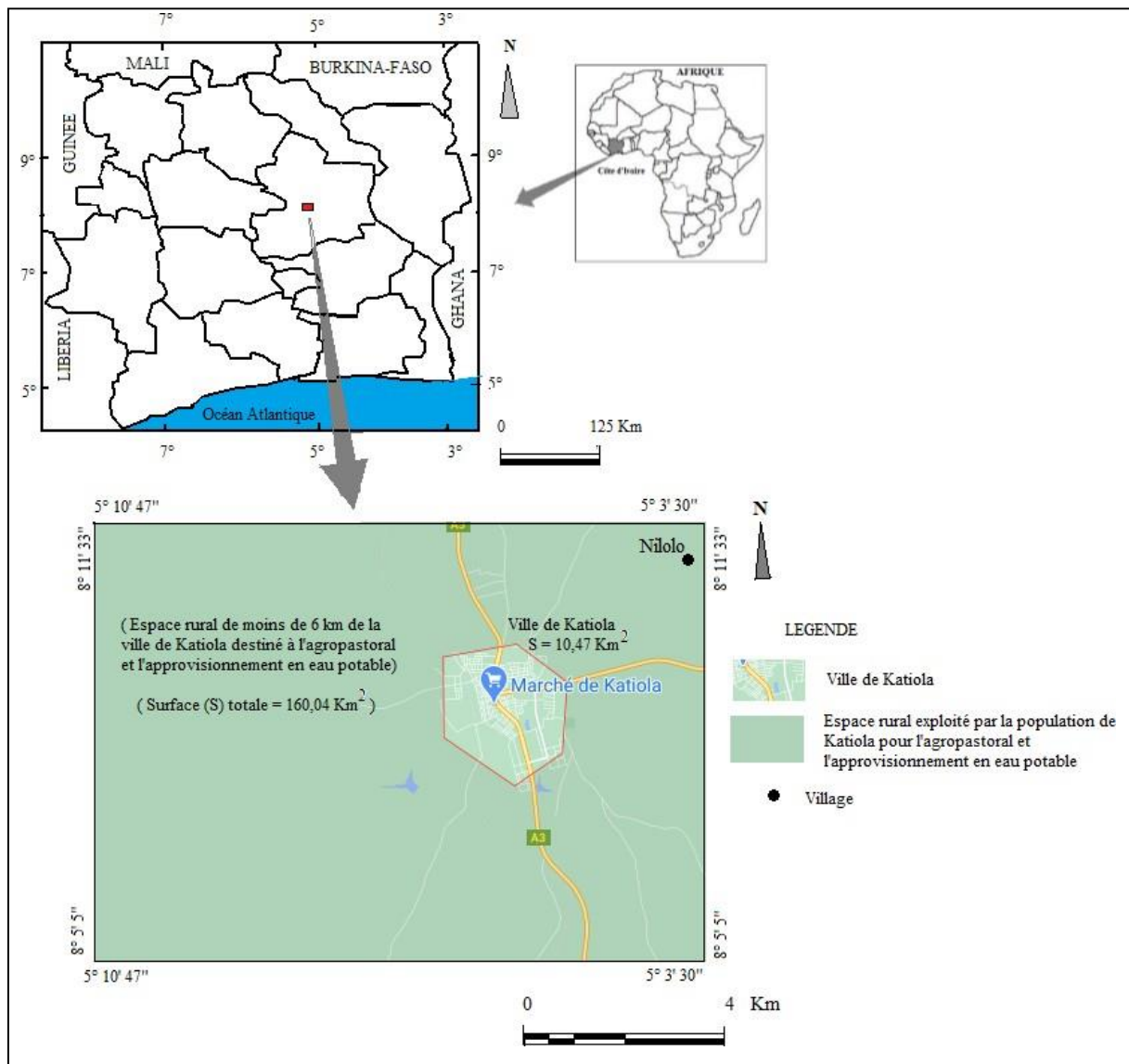


Figure 1 : Situation géographique de la zone d'étude
 (Source : <https://www.google.com/maps/place/katiola>)

2- MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1- Données

Pour la réalisation de ce travail une carte topographique et une carte d'urbanisme (www.google.com/maps/place/Katiola) ont été utilisées à une échelle de 1/50.000. Des données de terrain (photos de la végétation sur la terre ferme, photos des zones humides et photos des activités agricoles et élevages exploitant ces zones humides), et les images optiques Landsat 7 ETM+ (Enhanced Thematic Mapper) : scène Path/Row : 196/55 du 2 octobre 2018, ont été aussi exploitées. Ces images ont été téléchargées sur le site internet de Earthexplorer. Il s'agit spécifiquement des bandes brutes extraites des canaux du visible (ETM+1, ETM+2, ETM+3), du proche infrarouge (ETM+4) et du moyen infrarouge (ETM+5). Ce choix est guidé par la résolution spatiale (30 m x 30 m.) qui permet de discriminer les surfaces végétalisées, les sols nus, les routes et les eaux de surface caractérisant les zones humides. Les résolutions spectrales et spatiales des cinq bandes considérées pour cette étude sont présentées au tableau I

Le logiciel ENVI 4.7 a servi à traiter les images Landsat. Le logiciel MapInfo11 a permis de réaliser les cartographies. Les bandes utilisées dans les différents traitements d'images sont les bandes : 1, 2, 3, 4, et 5.

Tableau I : Caractéristique des capteurs Landsat 7 ETM+

| Landsat 7 ETM+, Fauché: 185 Km | | |
|---|----------------------------------|--------------------------------|
| Bande spectrale | Résolution spectrale (µm) | Résolution spatiale (m) |
| Bande 1 (Bleu: B): ETM+ 1 | 0,45 - 0,52 | 30 |
| Bande 2 (Vert: V): ETM+2 | 0,52 - 0,60 | 30 |
| Bande3 (Rouge: R): ETM+3 | 0,63 - 0,69 | 30 |
| Bande 4 (Proche Infrarouge: PIR) : ETM+ 4 | 0,70 - 0,76 | 30 |
| Bande 5 (Infrarouge moyen: MIR): ETM+ 5 | 1, 55 - 1,75 | 30 |
| Bande 6,1 (Infrarouge thermique): ETM+6 | 10,7 - 12,5 | 57 |

Source : Image Landsat 7 ETM+

2.2. Méthodes

Les traitements des images ont commencé d'abord par l'extraction de la zone d'étude, puis la correction radiométrique pour éliminer quelques petits bruits nuageux insignifiants sur les bandes brutes. Les bandes étant déjà géo référencées (correction géométrique), elles ont seulement été soumises à des filtres passe-bas. Outre les six canaux bruts de Landsat7 ETM+, les techniques de télédétection proposent un grand nombre d'indices particulièrement adaptés à l'étude de la variabilité de la végétation, la mise en évidence des sols nus et le rehaussement des zones humides (C. Perry et L. Pautenschlage, 1984 p. 174 ; E. Bartholome, 1987, p. 17). Parmi les indices de végétation, l'indice de végétation normalisée (NDVI) est le plus populaire A. Richardson et J. Everit (1992, p. 65). Le NDVI est le plus utilisé en télédétection pour caractériser les variabilités des densités de la végétation dans une localité. Développé par J.W. Rouse *et al* (1974, p. 32), le NDVI calcule la différence normalisée entre les valeurs numériques des bandes du rouge (R : bande ETM+ 3) et du proche infrarouge (PIR : bande ETM+4). Il est estimé selon l'équation 1 suivante :

$$NDVI = \frac{PIR - R}{PIR + R}$$

Avec **PIR** : bande du proche infrarouge ; et **R** : bande rouge

Les valeurs des pixels du NDVI se situent alors sur une échelle de -1 à 1 où elles augmentent, avec la présence de végétation. L'indice présente des valeurs positives pour la végétation, des valeurs proches de zéro pour les sols nus et des valeurs très négatives pour les zones humides. Comme pour la végétation, il existe aussi des indices spécifiques pour le rehaussement des sols nus, comme l'indice de brillance des sols (IB: Brightness Index) A. Richardson et J. Everit (1992, p. 66). Celui-ci est construit à partir de la bande rouge et du proche infrarouge selon l'équation 2 suivante :

$$IB = \sqrt{PIR^2 + R^2}$$

avec **PIR** : bande brute du proche infrarouge ; **R** : bande brute du rouge

L'indice de brillance des sols permet de discriminer les surfaces minérales, des couvertures végétales. Les bâtiments et les sols nus sont des surfaces réfléchissantes, zones claires. La végétation présente une valeur moyenne de l'indice de brillance. Cependant, les zones humides présentent une surface absorbante, zone sombre. Par ailleurs, pour la caractérisation des zones humides, deux indices de télédétection ont été calculés. Il s'agit des indices NDWI (Normalised Difference Water Index) de B.C. Gao (1996, p. 260) et de NDWI2 (Normalised Difference Water Index two) de S. Mcfleeters (1996, p. 1428). Le NDWI se calcule selon l'équation 3 suivante :

$$NDWI = \frac{PIR - MIR}{PIR + MIR}$$

avec *PIR* : bande du proche infrarouge ; *MIR* : bande du moyen infrarouge

Cet indice a des valeurs des pixels comprises entre -1 et 1. Il met en évidence, la végétation humide et les eaux de surface. Il est ainsi donc utilisé pour créer un second-néocanal sur lequel, les fortes valeurs de luminance indiquent les pixels végétation marécageuse. Par contre, le NDWI2 se calcule en utilisant la bande verte et la bande du proche infrarouge, selon l'équation 4 suivante :

$$NDWI2 = \frac{V - PIR}{V + PIR}$$

avec *V* : bande verte ; *PIR* : bande du proche infrarouge

Cet indice sert à délimiter les masses d'eau de surface. Il permet de maximiser de l'eau en utilisant les longueurs d'onde du vert, à minimiser la réflectance des masses d'eau en utilisant le proche infrarouge et inversement à maximiser la réflectance de la végétation et du sol dans le proche infrarouge (H. Xu, 2006, p. 3027). Les masses d'eau ont des valeurs positives, la végétation et les sols nus ont des valeurs nulles et négatives. Par ailleurs, l'analyse en composante principale (ACP) est une méthode statistique multivariée, qui consiste à transformer des variables liées entre elles (corrélés) en nouvelles variables décorréllées les unes des autres. Concrètement en traitement d'images, cela revient à chercher dans l'espace radiométrique des images, les axes orthogonaux de plus grande variance et porteurs d'informations décorréllées (G. Joly, 1986, p. 97 ; M. Robin, 1995, p. 215). L'ACP permet de comprimer toutes les informations contenues dans les images originales (brutes) dans un nombre réduit de canaux. Les composantes principales ainsi obtenues ont l'avantage d'être décorréllés, c'est-à-dire indépendantes et orthogonales, contrairement aux données brutes. Dans le cadre de cette étude, l'ACP a été réalisée à l'aide des bandes ETM+1, ETM+2, ETM+3, ETM+4 et ETM+5 parce qu'elle a permis d'obtenir des néocanaux CP qui rehaussent d'avantage l'état de surface de la zone d'étude, particulièrement les zones humides. En effet, les images d'une même scène enregistrées suivant les différentes bandes spectrales du capteur sont hautement corrélés. Compte tenu de l'abondance d'informations à traiter, le but de l'analyse en composantes principales (ACP) est de condenser les données originales en de nouveaux groupements de façon à ce qu'ils ne présentent pas de corrélation entre elles et soient ordonnés en terme de pourcentage de variance apportée par chaque composante. Ainsi, la première composante principale contient les informations relatives à la variance maximale, la deuxième contient les informations relatives à la variance suivante. Le processus est répété jusqu'à l'obtention de la dernière composante principale. Les pertes d'informations diminuent d'une étape à la suivante. Par ailleurs, la technique de la composition colorée a été utilisée pour

obtenir la meilleure visualisation des unités d'occupation du sol et les zones humides. Dans le cadre de cette étude dont la problématique est de discriminer les zones humides plusieurs combinaisons, ont été utilisées avec la bande brute 1(bleu), des indices de végétation (NDVI), l'indice de brillance des sols (IB), l'indice Normalised Difference Water Index deux (NDWI2) et les composantes principales (PC). Ainsi, ces compositions colorées ont consisté à afficher simultanément à l'écran, trois bandes dans les canaux de base (Bleu/ Vert/Rouge), afin de rehausser toutes les masses d'eau de surface, les sols nus et les surfaces végétales. Ces opérations permettent d'avoir les couleurs (comportements spectraux) des différents types d'occupation du sol S. Ojaghis *et al.* (2015, p. 3). En effet, la composition colorée est une combinaison des bandes spectrales reposant sur le principe d'affectation des bandes d'image à trois plans d'affichage basé sur trois couleurs primaires. La réalisation d'une composition colorée consiste à affecter à chacune des trois couleurs primaires (le rouge, le vert et le bleu) trois bandes spectrales d'un capteur satellite. Par synthèse additive, toutes les couleurs peuvent être reconstituées. Les couleurs résultantes sont fonction des valeurs numériques des pixels dans chacune des trois bandes spectrales. Plus les valeurs des pixels sont élevées, plus la couleur affectée ne sera saturée. Enfin, pour la cartographie et la détermination des superficies des zones humides, nous avons utilisé la classification supervisée par maximum de vraisemblance, sur une composition colorée. L'appréciation de la qualité de cette classification est validée par la matrice de confusion, la précision globale et le coefficient Kappa (S. Ojaghis *et al.* 2015, p. 5).

2. RÉSULTATS

Potentiel agropastoral

La population dans cette commune est estimée à 131000 habitants selon l'Institut National des Statistiques (INS, 2014). Elle est essentiellement agriculteurs, commerçants et éleveurs de bovins. Celle-ci utilise les zones humides ou les eaux de surfaces de la commune pour l'élevage et la pratique des cultures vivrières telles que le riz (*Oryza sativa*), la tomate (*Solanum lycopersicum*), le chou (*Brassia oleracea*), l'aubergine (*Solanum melongena*), le gombo (*Abelmoschus esculetus*), du piment (*Capsicum annum*), le haricot (*Phaseolus vulgaris*), la salade (*Lactuca sativa*), les carottes (*Daucus carota subsp. Sativus*), du coton (*Gossypium*), etc. (Planches 1, 2, 3). Les zones humides constituent donc une grande richesse et source de vie pour la population de Katiola.



a) Troupeau de boeuf à Katiola



b) Troupeau de boeuf à Katiola

Planche 1 : Elevage de bovin à Katiola (utilisation des eaux de surface pour l'abreuvement)

Prise de vues : E. A. Assemian,



a) Riziculture exploitant une zone humide dans la commune de Katiola



b) Riziculture exploitant une zone humide dans la commune de Katiola

Planche 2 : Culture du riz irrigué dans les zones humides à Katiola

Prise de vues : E. A. Assemian,



a) Agriculture irriguée de la tomate exploitant les eaux de surface dans la commune de Katiola vu de loin



b) Culture du chou exploitant une zone humide dans la commune de Katiola

Planche 3 : Culture de la tomate (*Solanum lycopersicum*) et du chou (*Brassia oleracea*) dans les zones humides à Katiola

Prise de vues : E. A. Assemian,

La végétation est une savane arborée et arbustive qui bénéficie un climat tropical humide de deux saisons (une saison pluvieuse et une saison sèche), avec une pluviométrie moyenne annuelle de 1200 mm (planche 4). Le sol est ferralitique sur les versants et les sommets de ce plateau d'altitude moyenne 350 m, et hydromorphe au niveau des bas-fonds. Sur ces sols ferralitiques on y cultive de l'igname (*D. Cayenensis rotundata*), du maïs (*Zea mays*), du manioc (*Manihot esculenta*), de l'arachide (*Arachis hypogecea*), l'anacarde (*Anacardium occidentale*) et certains légumes.



a) Végétation de savane arborée sur la terre ferme, servant l'agriculture et l'élevage dans la commune de Katiola



b) Végétation de savane arbustive sur la terre ferme, servant l'agriculture et l'élevage dans la commune de Katiola

Planche 4. Végétation de savane arborée et arbustive dans la commune de Katiola

Prise de vues : E. A. Assemian,

Les eaux de surface de la commune de Katiola est une ressource naturelle vitale pour la population de cette ville. En effet, celle –ci sert surtout à l’approvisionnement en eau potable pour la population à travers des barrages de retenu d’eau et des petits lacs naturels (Planche 5 et 6). Il est donc important de réaliser un inventaire et une cartographie de ces zones humides pour planifier leur gestion durable, vu les longues saisons sèches et les contraintes du réchauffement climatique.



a) Vaste eau de surface exploitée pour l'agriculture irriguée dans la commune de Katiola



b) Vaste retenue d'eau du barrage pour adduction d'eau dans la commune de Katiola

Planche 5. Eaux de surface servant l’agriculture irriguée et approvisionnement en eau potable

Prise de vues : E. A. Assemian,



a) Dispositif pour l'exploitation du barrage de retenue d'eau pour l'adduction d'eau potable dans la commune de Katiola



b) Dispositif de pompage d'une eau de surface pour l'adduction d'eau potable dans la commune de Katiola

Planche 6 : Dispositifs pour l’exploitation des eaux de surface à Katiola pour l’approvisionnement en eau potable

Prise de vues : E. A. Assemian,

Caractéristique spectral des indices d’humidité

L’approche fondée sur les indices d’humidité reste une approche privilégiée, car les zones humides présentent une relative humidité des sols, même en période sèche. Ces recherches portant sur l’étude de zones humides, montrent que les images Landsat 7 ETM+ permettent de les rehausser à partir des indices d’humidité. L’indice NDWI est un indice sur lequel, les fortes valeurs de luminance indiquent les pixels à végétation marécageuses (figure 2a). En effet, cet indice met en évidence la végétation humide et les eaux de surface. Ici, les zones humides et à végétation humides sont claires, avec des valeurs des pixels supérieures à 0,0261. Les zones non humides sont sombres, avec des valeurs des pixels inférieures à 0,0261. Quant à l’indice NDWI2,

les valeurs des pixels évoluent entre -1 et 1 (figure 2 b). Il met en évidence les masses d'eau de surface. Les zones claires, avec des valeurs des pixels supérieures à 0,345, caractérisent les étendues d'eau de surface et marécageuse. Les zones sombres et moins sombres, avec des valeurs des pixels inférieures à 0,345 sont les zones à terre ferme, avec des couvertures végétales. Les zones très sombres sont des secteurs à fortes couvertures végétales.

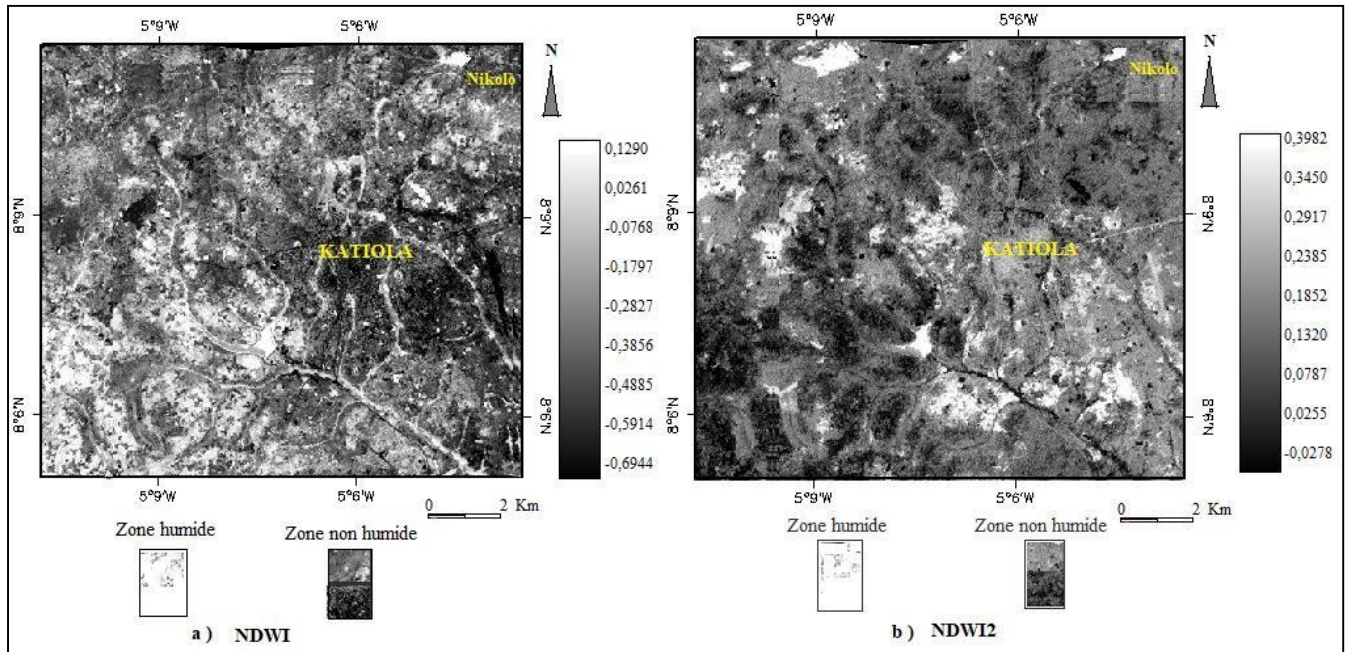


Figure 2 : Indices d'humidité NDWI et NDWI2
Source : Traitement image Landsat 7 ETM+

3.2. Analyse en composante principale

La première composante principale (PC1) réhausse les zones humides en couleur claire, les zones non humides (sols nus et terre ferme végétale) en couleur très sombre et plus ou moins sombre (figure 3c). Par contre, la troisième composante principale (CP3), réhausse les masses d'eau de surface en couleur noire, la terre ferme végétale et le sol nus sont un peu sombres et claire (figure 3 d).

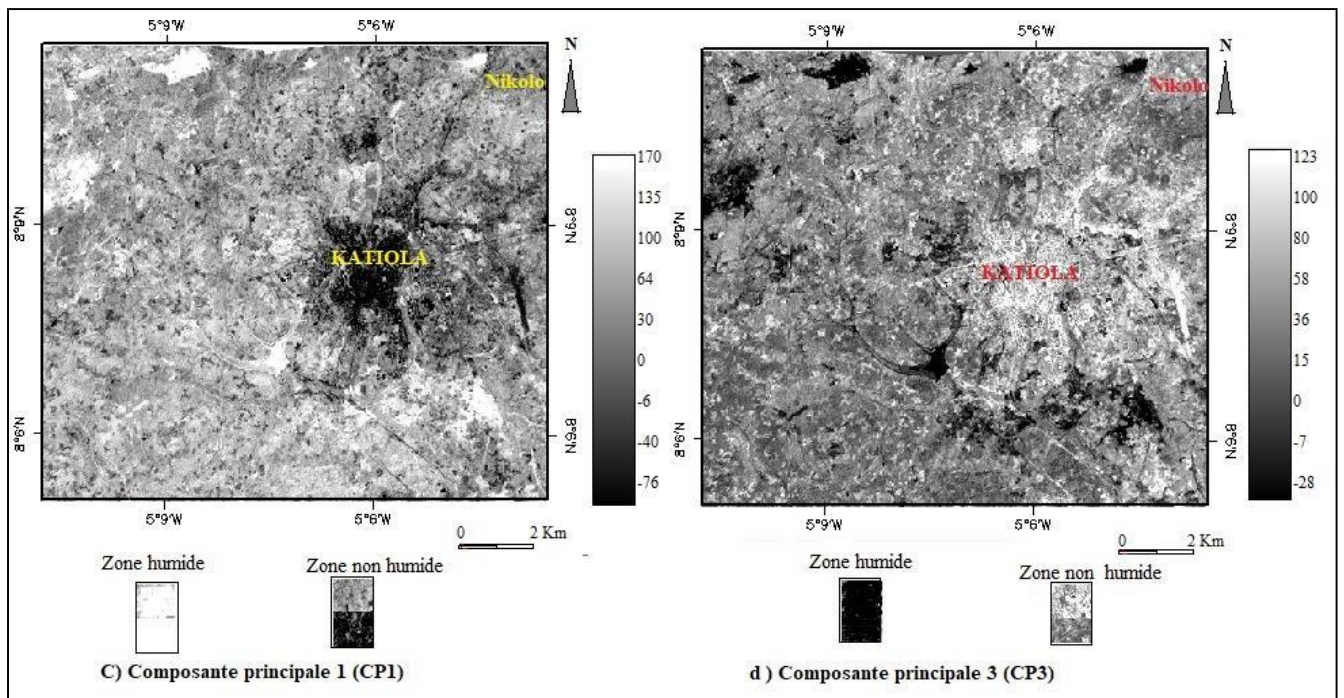


Figure 3 : Composantes principales CP1 et CP3
Source : Traitement image Landsat 7 ETM+

Compositions colorées

La composition colorée de l'indice de brillance (IB) codée au rouge, du NDVI codé au vert et du NDWI2 codé au bleu a permis de mettre en évidence l'occupation du sol de la zone d'étude (figure 4a). Ainsi, les zones bleues sont les zones humides. La couleur rouge brique représente la ville de Katiola montrant le sol nu et les habitats. La couleur verte caractérise la terre ferme avec une forte couverture végétale et la couleur violet illustre la terre ferme, avec une faible couverture végétale. Par ailleurs, la composition colorée de la composante principale (CP3) codé au canal rouge, le NDVI codé au canal vert et du NDWI2 codé au canal bleu a permis de discriminer aussi les zones humides en couleur bleu, la terre ferme à forte couverture végétale en couleur vert, la terre ferme à faible couverture végétale en couleur violet et la ville de Katiola en couleur rouge brique (figure 4b).

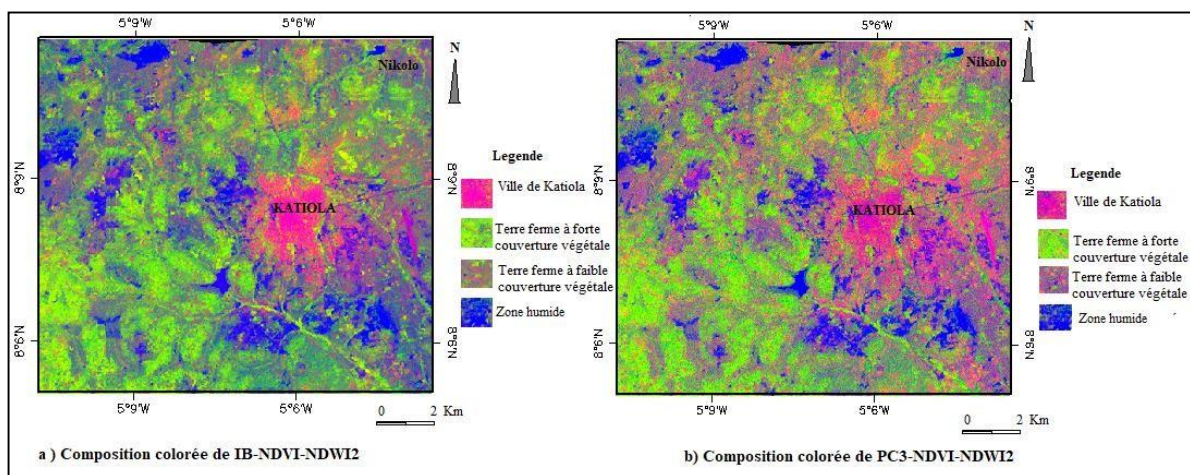


Figure 4 : Compositions colorées (IB, NDVI et NDWI2 / PC3, NDVI et NDWI2) rehaussant les zones humides.

Cartographie des zones humides

La classification supervisée par maximum de vraisemblance a permis de cartographier les zones humides de la commune de Katiola, destinée à l'agropastoral et à l'approvisionnement en eau potable. Cette classification supervisée s'est réalisée sur l'image de la composition colorée de l'indice de brillance (IB), du NDVI et du NDWI2. Les zones humides étaient considérées comme une classe et la terre ferme à forte ou à faible couverture végétale et habitats étaient considérés comme une autre classe. Le tableau II indique que la précision globale de la classification est de 99,3002. Ce tableau affiche dans la diagonale, le pourcentage de pixels bien classés et hors diagonale le pourcentage de pixels mal classés. Une analyse plus fine de ces données montre que la classe terre ferme présente une légère confusion de 2,96% avec la classe 'zones humides'. Le coefficient Kappa est un estimateur de la précision de la qualité de la classification. Il exprime la réduction proportionnelle de l'erreur obtenue par une classification donnée comparée à celle obtenue par une procédure d'affectation aléatoire. Dans cette classification, le coefficient kappa est 0,9624. Cette valeur est très proche de 1, cela signifie que les classifications sont très bonnes et les deux classes ont été bien discriminées lors des phases de traitement d'images (figure 5).

Tableau II : Matrice de confusion de la classification supervisée

| Classes | Terre ferme végétale et habitats | Zones humides |
|----------------------------------|----------------------------------|---------------|
| Terre ferme végétale et habitats | 99,56 | 2,96 |
| Zones humides | 0,44 | 97,04 |
| Total | 100 | 100 |

Précision globale = 99,3002 %, Kappa = 0,9624

Source : Matrice de confusion de la classification supervisée traité sur le logiciel ENVI 4.7

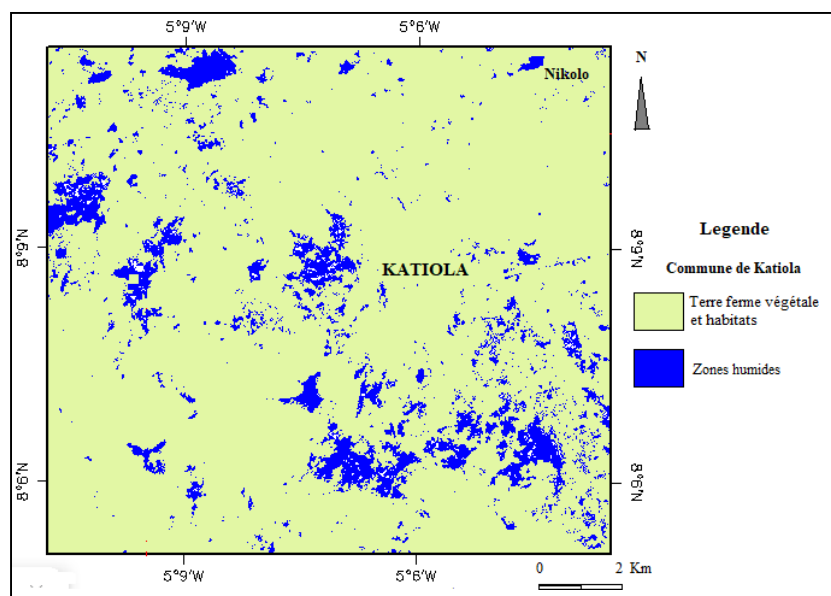


Figure 5 : Carte des zones humides de la commune de Katiola issue de la classification supervisée

La classification supervisée par maximum de vraisemblance, a permis de déterminer les différentes surfaces des classes. En effet, la classe terre ferme est estimée à 90,75%, soit une superficie 145,24 Km² (tableau III). Au niveau des zones humides, on a une proportion de 9,25

%, soit une superficie 14,8 km² (figure 6). Les zones humides occupent une proportion très réduite dans cette commune. Leur exploitation abusive non contrôlée pourrait donc avoir un impact très négatif sur cette ressource naturelle importante.

Tableau III : Superficie des classes de la classification supervisée

| Classes | Superficie (%) | Superficie (Km ²) |
|----------------------------------|----------------|-------------------------------|
| Terre ferme végétale et habitats | 90,75 | 145,24 |
| Zones humides | 9,25 | 14,8 |
| Total | 100 | 160,04 |

Source : Matrice de confusion traitée sur ENVI 4.7

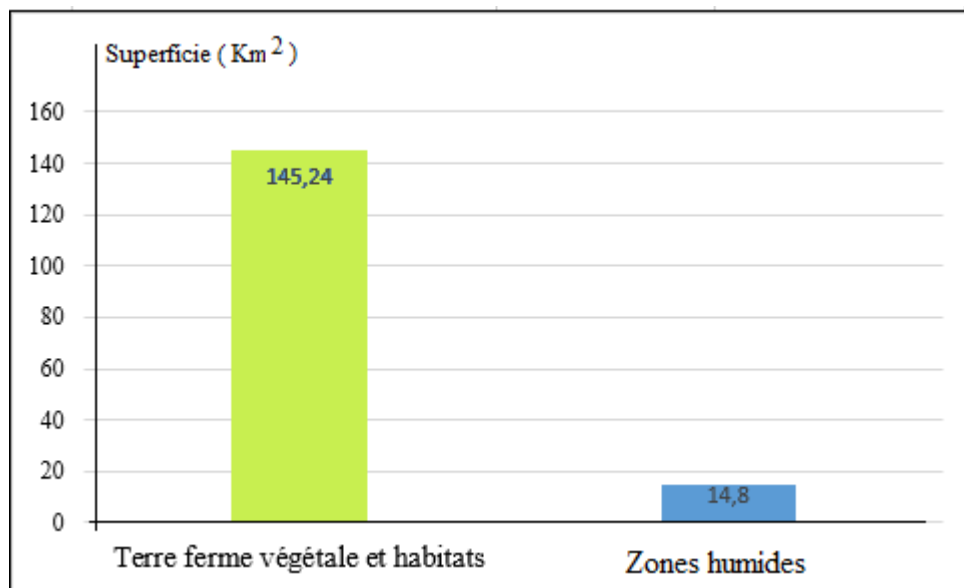


Figure 5. Superficie des classes issues de la classification supervisée

Source : Matrice de confusion traitée sur ENVI 4.7

4. DISCUSSION

Le besoin actuel de connaissance et de gestion des zones humides suppose le recours à des outils de gestion et de suivi bien adaptés. Les difficultés d'accès et la complexité de ces milieux tend à donner du poids aux techniques d'acquisition de l'information à distance et de cartographie dont la télédétection et les SIG (M. Samaali, 1999, p. 97). En effet, les indices de télédétection que sont l'indice de végétation normalisé (NDVI), l'indice de brillance des sols (IB) et l'indice de l'eau (NDWI2), les composantes principales et les composition colorées de ceux-ci, ont permis de discriminer les zones humides et les unités des formations végétales du secteur d'étude. Les indices permettent d'acquérir des informations utiles à la connaissance du milieu naturel A. Bannari *et al* 1995, p. 100 ; V.C. Sokeng *et al.* 2016, p. 448). Les images Landsat 7 ETM+, même si elles ne donnent pas accès aux informations à l'échelle des individus (identification de l'espèce), permettent d'avoir une vision synoptique des différents milieux écologiques (F. Achard, *et al* 2000, p. 1000 ; D.K. Kpedenou, 2017, p. 210). La discrimination des zones humides par traitement d'image, a été validée par des campagnes de terrain. La classification supervisée a donc été validée par l'analyse statistique des résultats (matrices de confusion, précision globale et coefficient Kappa), mais également par des missions sur le

terrain. La précision globale de la classification est 98,7386 %. Cette précision est bonne, car selon R. Congalton (1991, p. 39), une classification est jugée acceptable, lorsque la précision globale avoisine 80%. Toutefois, Il convient cependant, de noter que la grande précision cartographique obtenue peut dépendre du nombre réduit de classe utilisée R. Caloz et C. Collet (2001, p. 210). Cette classification supervisée a été aussi parfaite grâce, à la composition colorée qui a permis d'avoir des classes ou des unités d'occupation du sol de couleurs très différentes. Au regard de ce qui précède, nous pouvons affirmer que le résultat de l'estimation de la superficie des zones humides de la commune de Katiola est fiable. Par ailleurs, dans ce travail, le réseau hydrographique de la zone d'étude n'a pu être cartographié dans les détails, à cause de leur largeur réduite qui ne dépasse pas les 30 m de résolution spatiale du capteur Landsat 7 +ETM. En plus, ce réseau hydrographique qui ne renferme pas des cours d'eau pérenne est masqué par la végétation dense par endroit. Le capteur Landsat 7 n'a pas pu détecter le réseau hydrographique de manière détaillée. Malgré, la faible résolution spatiale du capteur Landsat7 ETM+ pour détecter, les cours d'eau, toutes les étendues d'eau stagnante de dimension supérieures à 30 m, ont pu être détecté, identifiés et cartographier. Les méthodes de traitement d'image qui ont servi à cartographier les zones humides de cette commune sont fiables.

CONCLUSION

Les zones humides se caractérisent par la présence, permanente ou temporaire, en surface ou à faible profondeur dans le sol, d'eau disponible douce, saumâtre ou salée. Souvent en position d'interface, de transition entre milieux terrestres et milieux aquatiques proprement dits, elles se distinguent par des sols hydromorphes ou non évolués, et/ou une végétation dominante composée de plantes hygrophiles au moins pendant une partie de l'année. Ces milieux sont au cœur d'enjeux de gestion et d'exploitation pour les collectivités locales et les organismes de gestion. Pour la commune de Katiola, elles sont utiles pour l'agropastoral et l'approvisionnement en eau potable. C'est pourquoi, un inventaire a été réalisé par cartographie des zones humides de la commune de Katiola pour un espace communal de 160,04 km². Ainsi, les traitement d'images Landsat 7 ETM+ , par les calculs des indices de télédétection (NDVI, IB, NDWI, NDWI2 et ACP), des compositions colorées et la classification supervisée, ont permis de déterminer 14, 8 km² de zone humide exploitée par la population de la commune de Katiola. Ainsi, cette cartographie et cette quantification des zones humides permettront aux autorités locales de développer une meilleure exploitation pour une gestion durable, en tenant compte des effets de la baisse de la pluviométrie, due aux réchauffements climatiques dans cette localité.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ACHARD Frederic, EVA Hugh, STIBIG Eva Hans-Jurgen, MAYAUX Philippe, GALLEGO Javier, RICHARD Timothy, MANLINGREAU Jean-Paul, 2000, *Determination rates of the world's humid tropical forest. Sciences*, **297** (5583) (2000) 999 -1002 p.
- ACREMAN Mike et MCCARTNEY Matthew, 2009, *Hydrological Impacts in and around wetlands, The wetlands handbook, Wiley-Blackwell, Oxford*, pp, 643–666.
- ATLAS IV, 2004, Atlas des zones humides algériennes d'importance internationale. Disponible à la Direction Générale des Forêts, Atlas 105.
- BANNARI Armman, MORIN David, HUETE Alfredo, BONN Ferdinand, 1995, *A review of vegetation index, Remote sensing reviews*, N°13 (1995) 95 -120 p.
- BARNAUD Guilene et FUSTEC ÉLiane, 2007, *Conserver les zones humides : pourquoi ? Comment ? Rapport Quae/Educagri, Paris*, 120 p.

BARTHOLOMÉ Etienne, 1987, Comparaison des potentialités de différents indices de végétation pour la caractérisation des cultures en milieu sahélien. -Centre AGRHYMET, Niamey, (1987) 27 p.

CALOZ Regis et COLLET Claude 2001, Précis de télédétection. Vol 3. Traitements numériques d'images de télédétection. Presses d'université du Québec, Sainte Foy, (2001) 386 p.

CLEMENT Bruno., HUBERT-MOY Laurence., RAPINEL Sébastien, 2008, Évaluation des fonctions des zones humides à partir de données de télédétection à très haute résolution spatiale : application expérimentale à la Basse Vallée de la Dordogne. Rapport d'étude P 150.

CONGALTON Russell, 1991, A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. *Remote Sensing of Environment*, N° 37 (1991) pp.35 -46

COUILLARD Lean et GRONDIN Pierre, 1986, La végétation des milieux humides du Québec. Les publications du Québec, Québec N° 2, pp. 150-164.

FINLAYSON Clive. Max, HOLLIS Tack et DAVIS Tower, 1992, Proceedings of the Symposium on "Managing Mediterranean wetlands and their birds". Grado, Italy, 6-9 February 1991. IWRB Special Publication n°20.p 40- 60

FUSTEC Eliane et LEFEUVRE Jean-Claude, 2000, *Fonctions et valeurs des zones humides*, Dunod, Paris, 426 p.

GAO, Bo-Cai., 1996. *NDWI a normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space*. *Rem. Sens. Envir.*, 58: 257-266.

GOPAL Bharat, 2009. *Biodiversity in wetlands, The wetlands handbook*, Wiley Blackwell, Oxford, pp, 65–95.

JOLY Gérard, 1986, Traitements de fichiers-images. Télédétection satellitaires 3, Paradigme, (1986) 137 p.

KPEDENOU Koffi Djagnikpo, DRABO Ousmane, OUOBA Awa Pounyala, DA Dapola Constant, TANZIDANI Tihou, TCHAMIE Tanzidani, 2017, Analyse de l'occupation du sol pour le suivi de l'évolution du paysage du territoire Ouatchi au Sud-est du Togo entre 1958 et 2015, Cahiers du cercleshs, Presses de l'Université de Ouagadougou 2017, XXXI (55) (2017) 203 -228 p. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01701176/document>

MALTBY Edward et BARKER Tom, 2009, *The Wetlands Handbook* Wiley-Blackwell, Oxford, 1024 p.

MCCARTNEY Matthew et ACREMAN, Mike, 2009, *Wetlands and water resources*. In Wiebe K. et Gollehon Ne., eds. *Quality Assurance*. Wiley-Blackwell, Oxford, pp. 344–376.

MCFEETERS Stuart, 1996, *The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI2) in the delineation of open water features*. *International Journal of Remote Sensing*, vol. 17, n° 7, p. 1425-1432.

MIGOT Jean François, 2005, *L'inventaire des zones humides dans les SAGE*, http://www.eau.loirebretagne.fr/collectivites/guides_et_etudes/planification, 58 p.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005, *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Washington, DC: Island Press 140 p.

MITSCH William. et GOSSELINK James, 2007. *Wetlands 4th ed.*, Wiley, Oxford, 600 p.

MURDOCH Peter; BARON, Jill. Et MILLER Timothy, 2000. *Potential effects of climate change on surface water quality in north america*. JAWRA Journal of the American Water Resources Association, 36(2), pp. 347–366.

OJAGHI Saeed, EBADI Hamid et AHMADI Farshid, 2015, *Using artificial neural network for classification of high resolution remotely sensed images and assessment of its performance compared with statistical methods» American Journal of Engineering, Technology and Society*, Vol. 2, N° 11 (2015) p.1 -8

PÉRENNOU Christian., BELTRAME, Coralie, GUELMAMI Anis., TOMAS VIVES Père et CAESSTEKER Pierre 2012, Existing areas and past changes of wetland extent in the Mediterranean region: an overview. *Ecol. Mediterr.*, 38: 53-66.

PERRY Charles et LAUTENSCHLAGE Lyle, 1984, Functional equivalence of spectral vegetation indices. *Remote Sensing of Environment*, Vol. 14, (1984) 169 -182 p.

RICHARDSON Arthur et EVERIT James, 1992, *Using spectral vegetation indices to estimate rangeland productivity. Geocarto International*, 1 (1992) 63 -69 p.

ROBIN Marc, 1995, La télédétection. Des satellites aux systèmes d'information géographiques. Ed. Nathan, (1995) 318 p.

ROUSE Jerry Wayne, HAAS Richard, SCHELL Jane, DEERING Donald Wayne, HARLAN John Clifford, 1974. *Monitoring the vernal advancement and rétrogradation (greenwave effect) of natural vegetation. NASA/ GSFC Type III Final Report, Grennbelt, Maryland, (1974) 50 p*

SAMAALI Mehrez, 1999, *Etude de zones humides par approche spatiale : application à la marais anthropique (marais de Bourgneuf en Loire-Atlantique) et à un marais naturel (Kaw Guyane). Mémoire de master. Ecole nationale du génie rural des eaux et forêts. 149 p.*

SEBASTIEN Rapinel, 2012, *Contribution de la télédétection à l'évaluation des fonctions des zones humides : de l'observation à la modélisation prospective. Thèse de doctorat. Université de rennes2. 385 p.*

SECRÉTARIAT DE LA CONVENTION DE RAMSAR, 2016, *Introduction à la convention sur les zones humides (anciennement Le Manuel de la Convention de Ramsar). Secrétariat de la Convention de Ramsar, Gland, Suisse 216 p*

SOKENG Jofack Valerie, KOUAMÉ Koffi Fernand, N'DA Dibi Hyppolite, TANKOANO Boalidioa, AKPA You Lurette and NGOUNOU Benjamin, 2016, *Cartographie de l'occupation de sol des Hauts Plateaux de l'Ouest Cameroun par réseaux de neurones appliqués à une image LANDSAT 8 OLI. International Journal of Innovation and Scientific Research, ISSN 2351-8014, Vol. 23, N° 2 May (2016) 443 - 454 p. Innovative Space of Scientific Research Journals <http://www.ijisr.issr-journals.org/> https://www.researchgate.net/publication/304570524_Cartographie_de_l%27occupation_de_sol_des_Hauts_Plateaux_de_l%27Ouest_Cameroun_par_reseaux_de_neurones_appliques_a_une_image_LANDSAT_8_OLI_Mapping_land_cover_in_Western_Cameroon_Highlands_using_neural_net*

XU, Hong. 2006, *Modification of normalized difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. Int. J. Rem. Sens.*, 27: 3025-3033.

1- Contexte, Justification et Objectifs du journal

Le développement des territoires ruraux est une préoccupation prise en compte par de nombreux organismes internationaux que nationaux à travers les projets et programmes de développement.

En Afrique, le défi du développement est indissociable du devenir des espaces ruraux. Les territoires ruraux sont caractérisés par d'importantes activités rurales qui influencent sur la dynamique du monde rural et la restructuration des espaces ruraux.

En effet, de profondes mutations s'observent de plus en plus au sein du monde rural à travers les activités agricoles et extra agricoles. Des innovations s'insèrent dans les habitudes traditionnelles des ruraux. Cela affecte sans doute le système de production des biens et services et les relations entre les villes et campagnes.

Ainsi, dans ce contexte de mutation sociétale, de nouvelles formes d'organisation spatiale s'opèrent. Ces nouvelles formes dénotent en partie par les différents modes de faire-valoir. Aussi, plusieurs composantes environnementales sont-elles impactées et nécessitent donc une attention particulière qui interpelle aussi bien les dirigeants politiques, les organismes non étatiques et les populations locales pour une gestion durables des espaces ruraux.

Par ailleurs, le contexte de la décentralisation, le développement à la base implique toutes les couches sociales afin d'amorcer réellement le développement. Ainsi, la femme rurale, à travers le rôle qu'elle joue dans le système de production de biens et services, mérite une attention particulière sur le plan formation, information et place dans la société en pleine mutation.

Enfin, en analysant le contexte socioculturel et l'évolution de la croissance démographique que connaissent les campagnes, les questions d'assainissement en milieu rural doivent de plus en plus faire l'objet des préoccupations majeures à tous les niveaux de prises de décision afin de garantir à tous un cadre de vie sain et réduire l'extrême pauvreté en milieu rural.

Le premier numéro du Journal de Géographie Rurale Appliquée et Développement (*J_GRAD*) du Laboratoire de Géographie Rurale et d'Expertise Agricole (LaGREa) s'inscrit dans la logique de parcourir de façon profonde tous les aspects liés au monde rural. A ce titre, les axes thématiques prioritaires ci-après seront explorés.

Axe 1 : Dynamique des espaces ruraux et Aménagement de l'espace rural

- ✓ Mutations spatiales et dynamique des espaces ruraux ;
- ✓ Gestion du foncier rural et environnementale ;
- ✓ Climat, aménagements hydroagricoles ;
- ✓ SIG et gestion des territoires ruraux ;
- ✓ Gouvernance et planification des espaces ruraux.

Axe 2 : Economie rurale

- ✓ Activités agricoles et sécurité alimentaire ;
- ✓ Ecotourisme ;
- ✓ Artisanat rural ;
- ✓ Territoires, mobilité et cultures.

Axe 3 : Genre et développement rural

- ✓ Femmes et activités rurales ;
- ✓ Développement local ;
- ✓ Echanges transfrontaliers dans les espaces ruraux ;
- ✓ Hygiène et assainissement en milieu rural.

2. Instructions aux auteurs

Politique éditoriale

Le Journal de Géographie Rurale Appliquée et Développement (*J_GRAD*) publie des contributions originales en français ou en anglais dans tous les domaines de la science sociale.

Les contributions publiées par le journal représentent l'opinion des auteurs et non celle du comité de rédaction. Tous les auteurs sont considérés comme responsables de la totalité du contenu de leurs contributions.

Le Journal de Géographie Rurale Appliquée et Développement (*J_GRAD*) est semestrielle. Il apparaît deux fois par an, tous les six mois (juin et décembre).

Soumission et forme des manuscrits

Le manuscrit à soumettre au journal doit être original et n'ayant jamais été fait objet de publication au paravent. Le manuscrit doit comporter les adresses postales et électroniques et le numéro de téléphone de l'auteur à qui doivent être adressées les correspondances. Ce manuscrit soumis au journal doit impérativement respecter les exigences du journal.

La période de soumission des manuscrits est de : 01 au 31 août 2020.

Retour d'évaluation : 30 septembre 2020.

Date de publication : 15 décembre 2020.

Les manuscrits sont envoyés sur le mail du journal de Géographie Rurale Appliquée et Développement (*J_GRAD*) à l'adresse: journalgrad35@gmail.com avec copie à Monsieur Moussa GIBIGAYE <moussa_gibigaye@yahoo.fr>.

Langue de publication

J_GRAD publie des articles en français ou en anglais. Toutefois, le titre, le résumé et les mots clés doivent être donnés dans deux langues (anglais et français).

Page de titre

La première page doit comporter le titre de l'article, les noms des auteurs, leur institution d'affiliation et leur adresse complète. Elle devra comporter également un titre courant ne dépassant pas une soixantaine de caractères ainsi que l'adresse postale de l'auteur, à qui les correspondances doivent être adressées.

- Le titre de l'article est en corps 14, majuscule et centré avec un espace de 12 pts après le titre (format > paragraphe > espace après : 12 pts).
- Les noms et prénoms des auteurs doivent apparaître en corps 12, majuscule et centré et en italique.
- Les coordonnées des auteurs (appartenance, adresse professionnelle et électronique) sont en corps 10 italique et alignés à gauche.

Résumé

Le résumé comporte de 250 à 300 mots et est présenté en Français et en Anglais. Il ne contient ni référence, ni tableau, ni figure et doit être lisible. Il doit obligatoirement être structuré en cinq parties ayant respectivement pour titres : « Description du sujet », « Objectifs », « Méthode », « Résultats » et « Conclusions ». Le résumé est accompagné d'au plus 05 mots-clés. Le résumé et les mots-clés sont composés en corps 9, en italique, en minuscule et justifiés.

Introduction

L'introduction doit fournir suffisamment d'informations de base, situant le contexte dans lequel l'étude a été réalisée. Elle doit permettre au lecteur de juger de l'étude et d'évaluer les résultats acquis.

Corps du sujet

Le corps du texte est structuré suivant le modèle IMReD. Chacune des parties joue un rôle précis. Elles représentent les étapes de la présentation.

Introduction

L'introduction doit indiquer le sujet et se référer à la littérature publiée. Elle doit présenter une question de recherche.

L'objectif de cette partie est de mettre en avant l'intérêt du travail qui est décrit dans l'article et de justifier le choix de la question de recherche et de la démarche scientifique.

Matériel et méthodes

Cette partie doit comprendre deux volets : présentation succincte du cadre de recherche et l'approche méthodologique adoptée.

2.3.5.3 Résultats

Les résultats sont présentés sous forme de figures, de tableaux et/ou de descriptions. Il n'y a pas d'interprétation des résultats dans cette partie. Il faut particulièrement veiller à ce qu'il n'y ait pas de redondance inutile entre le texte et les illustrations (tableaux ou figures) ou entre les illustrations elles-mêmes.

2.2.5.4 Discussion

La discussion met en rapport les résultats obtenus à ceux d'autres travaux de recherche. Dans cette partie, on peut rappeler l'originalité et l'intérêt de la recherche. A cet effet, il faut mettre en avant les conséquences pratiques qu'implique cette recherche. Il ne faut pas reprendre des éléments qui auraient leur place dans l'introduction.

Conclusion

Cette partie résume les principaux résultats et précise les questions qui attendent encore des réponses. Les différentes parties du corps du sujet doivent apparaître dans un ordre logique.

L'ensemble du texte est en corps 12, minuscule, interligne simple, sans césure dans le texte, avec un alinéa de première ligne de 5 mm et justifié (Format > paragraphe > retrait > 1ère ligne > positif > 0,5 cm). Un espace de 6 pts est défini après chaque paragraphe (format > paragraphe > espace après : 6 pts). Les marges (haut, bas, gauche et droite) sont de 2,5 cm.

- Les titres (des parties) sont alignés à gauche, sans alinéa et en numérotation décimale
- La hiérarchie et le format des titres seront les suivants :

Titre de premier ordre : (1) MAJUSCULE GRAS justifié à gauche

Titre de 2ème ordre : (1-1) Minuscule gras justifié à gauche

Titre de 3ème ordre : (1-1-1) Minuscule gras italique justifié à gauche

Titre de 4ème ordre : (1-1-1-1) Minuscule maigre ou puces.

Rédaction du texte

La rédaction doit être faite dans un style simple et concis, avec des phrases courtes, en évitant les répétitions.

Remerciements

Les remerciements au personnel d'assistance ou à des supports financiers devront être adressés en terme concis.

Références

Les passages cités sont présentés en romain et entre guillemets. Lorsque la phrase citant et la citation dépassent trois lignes, il faut aller à la ligne, pour présenter la citation (interligne 1) en romain, en diminuant la taille de police d'un point. Les références de citation sont intégrées au texte citant, selon les cas, des façons suivantes :

- (Initiale(s) du Prénom ou des Prénoms de l'Auteur, année de publication, pages citées);

Exemples :

1-Selon C. Mathieu (1987, p. 139) aucune amélioration agricole ne peut être réalisée sans le plein accord des communautés locales et sans une base scientifique bien éprouvée ;

2-L'autre importance des activités non agricoles, c'est qu'elles permettent de sortir les paysans du cycle de dépendance dans laquelle enferment les aléas de la pluviométrie (M. Gueye, 2010, p. 21) ;

3-K. F. Yao *et al.*, (2018, p.127), estime que le conflit foncier intervient également dans les cas d'imprécision ou de violation des limites de la parcelle à mettre en valeur. Cette violation des limites de parcelles concédées engendre des empiètements et des installations d'autres migrants parfois à l'issue du donateur.

Les sources historiques, les références d'informations orales et les notes explicatives sont numérotées en série continue et présentées en bas de page. Les divers éléments d'une référence bibliographique sont présentés comme suit :

- Nom et Prénom (s) de l'auteur, Année de publication, Zone titre, Lieu de publication, Zone Éditeur, les pages (pp.) des articles pour une revue.

Dans la zone titre, le titre d'un article est présenté en romain et entre guillemets, celui d'un ouvrage, d'un mémoire ou d'une thèse, d'un rapport, d'une revue ou d'un journal est présenté en italique. Dans la zone Éditeur, on indique la Maison d'édition (pour un ouvrage), le Nom et le numéro/volume de la revue (pour un article). Au cas où un ouvrage est une traduction et/ou une réédition, il faut préciser après le titre le nom du traducteur et/ou l'édition (ex : 2ndeéd.). Les références bibliographiques sont présentées par ordre alphabétique des noms d'auteur.

Références bibliographiques Article

dans revue

GIBIGAYE Moussa, HOUINSOU Auguste, SABI YO BONI Azizou, HOUNSOUNOU Julio, ISSIFOU Abdoulaye et DOSSOU GUEDEGBE Odile, 2017, Lotissement et mutations de l'espace dans la commune de Kouandé. *Revue Scientifiques Les Cahiers du CBRST*, **12**, 237-253

Ouvrages, rapport

IGUE Ogunsola John, 2019, *les activités du secteur informel au Bénin : des rentes d'opportunité à la compétitivité nationale*, Paris, France, Karthala, 252 p.

Articles en ligne

BOUQUET Christian et KASSI-DJODJO Irène, 2014, « Déguerpir » pour reconquérir l'espace public à Abidjan. In : *L'Espace Politique*, mis en ligne 17 mars 2014, consultée le 04 août 2017. URL : <http://espacepolitique.revues.org/2963>

Chapitre d'ouvrage

OFOUEME-BERTON Yolande, 1993, Identification des comportements alimentaires des ménages congolais de Brazzaville : stratégies autour des plats, in Muchnik, José. (coord.). *Alimentation, techniques et innovations dans les régions tropicales*, 1993, Paris, L'harmattan, 167-174.

Thèse ou mémoire :

FANGNON Bernard, 2012, *Qualité des sols, systèmes de production agricole et impacts environnementaux et socioéconomiques dans le Département du Couffo au sud-ouest du Bénin*. Thèse de Doctorat en Géographie, EDP/FLASH/UAC, p.308

Frais d'inscription

Les frais de soumission sont fixés à 40.000 FCFA (quarante mille Francs CFA).

Conformément à la recommandation du comité scientifique du Journal de Géographie Rurale Appliquée et Développement (*J_GRAD*), les soumissionnaires sont priés de bien vouloir s'acquitter de leur frais de publication dès la première soumission sur la plateforme de gestion des publications du Journal. Les articles ne seront envoyés aux évaluateurs qu'après paiement par les auteurs des frais d'instruction et de publication qui s'élèvent à quarante mille francs (40.000 F CFA) par envoi Western Union, RIA, MONEYGRAM ou par mobile money (**Préciser les noms et prénoms**) à **Monsieur SABI YO BONI Azizou** au numéro +229 97 53 40 77 (WhatsApp). Le reçu doit être scanné et envoyé à l'adresse suivante <journalgrad35@gmail.com> avec copie à Monsieur **Moussa GIBIGAYE** <moussa_gibigaye@yahoo.fr>.

Contacts

Pour tous autres renseignements, contacter l'une des personnes ci-après,

- Monsieur Moussa GIBIGAYE +229 95 32 19 53
- Monsieur FANGNON Bernard +229 97 09 93 59
- Monsieur SABI YO BONI Azizou +229 97 53 40 77