

Revue Ivoirienne de Géographie des Savanes



RIGES

www.riges-uao.net

ISSN-L: 2521-2125

ISSN-P: 3006-8541

Numéro 19, Tome 2

Décembre 2025



Publiée par le Département de Géographie de l'Université Alassane OUATTARA de Bouaké

INDEXATION INTERNATIONALE

SJIF Impact Factor

<http://sjifactor.com/passport.php?id=23333>

Impact Factor: 8,333 (2025)

Impact Factor: 7,924 (2024)

Impact Factor: 6,785 (2023)

Impact Factor: 4,908 (2022)

Impact Factor: 5,283 (2021)

Impact Factor: 4,933 (2020)

Impact Factor: 4,459 (2019)

ADMINISTRATION DE LA REVUE

Direction

Arsène DJAKO, Professeur Titulaire à l'Université Alassane OUATTARA (UAO)

Secrétariat de rédaction

- **Joseph P. ASSI-KAUDJHIS**, Professeur Titulaire à l'UAO
- **Konan KOUASSI**, Professeur Titulaire à l'UAO
- **Dhédé Paul Eric KOUAME**, Maître de Conférences à l'UAO
- **Yao Jean-Aimé ASSUE**, Maître de Conférences à l'UAO
- **Zamblé Armand TRA BI**, Maître de Conférences à l'UAO
- **Kouakou Hermann Michel KANGA**, Maître de Conférences à l'UAO

Comité scientifique

- **HAUHOUOT** Asseypo Antoine, Professeur Titulaire, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)
- **ALOKO** N'Guessan Jérôme, Directeur de Recherches, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)
- **BOKO** Michel, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi (Benin)
- **ANOH** Kouassi Paul, Professeur Titulaire, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)
- **MOTCHO** Kokou Henri, Professeur Titulaire, Université de Zinder (Niger)
- **DIOP** Amadou, Professeur Titulaire, Université Cheick Anta Diop (Sénégal)
- **SOW** Amadou Abdoul, Professeur Titulaire, Université Cheick Anta Diop (Sénégal)
- **DIOP** Oumar, Professeur Titulaire, Université Gaston Berger Saint-Louis (Sénégal)
- **WAKPONOU** Anselme, Professeur HDR, Université de N'Gaoundéré (Cameroun)
- **SOKEMAWU** Koudzo, Professeur Titulaire, Université de Lomé (Togo)
- **HECTHELI** Follygan, Professeur Titulaire, Université de Lomé (Togo)
- **KADOUZA** Padabô, Professeur Titulaire, Université de Kara (Togo)
- **GIBIGAYE** Moussa, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi (Bénin)
- **GÖBEL** Christof, Professeur Titulaire, Universidad Autonoma Metropolitana, (UAM) – Azcapotzalco (Mexico)

EDITORIAL

La création de RIGES résulte de l'engagement scientifique du Département de Géographie de l'Université Alassane Ouattara à contribuer à la diffusion des savoirs scientifiques. RIGES est une revue généraliste de Géographie dont l'objectif est de contribuer à éclairer la complexité des mutations en cours issues des désorganisations structurelles et fonctionnelles des espaces produits. La revue maintient sa ferme volonté de mutualiser des savoirs venus d'horizons divers, dans un esprit d'échange, pour mieux mettre en discussion les problèmes actuels ou émergents du monde contemporain afin d'en éclairer les enjeux cruciaux. Les enjeux climatiques, la gestion de l'eau, la production agricole, la sécurité alimentaire, l'accès aux soins de santé ont fait l'objet d'analyse dans ce présent numéro. RIGES réaffirme sa ferme volonté d'être au service des enseignants-chercheurs, chercheurs et étudiants qui s'intéressent aux enjeux, défis et perspectives des mutations de l'espace produit, construit, façonné en tant qu'objet de recherche. A cet effet, RIGES accueillera toutes les contributions sur les thématiques liées à la pensée géographique dans cette globalisation et mondialisation des problèmes qui appellent la rencontre du travail de la pensée prospective et de la solidarité des peuples.

**Secrétariat de rédaction
KOUASSI Konan**

COMITE DE LECTURE

- KOFFI Brou Emile, Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- ASSI-KAUDJHIS Joseph P., Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- BECHI Grah Félix, Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- MOUSSA Diakité, Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- VEI Kpan Noël, Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- LOUKOU Alain François, Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- TOZAN Bi Zah Lazare, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- ASSI-KAUDJHIS Narcisse Bonaventure, Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- SOKEMAWU Koudzo, Professeur Titulaire, U L (Togo)
- HECTHELI Follygan, Professeur Titulaire, U L (Togo)
- KOFFI Yao Jean Julius, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- Yao Jean-Aimé ASSUE, Professeur Titulaire, UAO
- Zamblé Armand TRA BI, Maître de Conférences, UAO
- KADOUZA Padabô, Professeur Titulaire, Université de Kara (Togo)
- GIBIGAYE Moussa, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi (Bénin)
- GÖBEL Christof, Professeur Titulaire, Universidad Autonoma Metropolitana, (UAM) – Azcapotzalco (Mexico)

Sommaire

Ben Yaya KONATÉ, Dia Aïssata Aïda DAO <i>Dynamiques territoriales de la criminalité et des vulnérabilités sociales à Montréal avant et pendant la covid-19 : une analyse spatiale comparée des enfants et des aînés dans trois arrondissements centraux</i>	750
Koffi Gabin KOUAKOU, Kiyofolo Hyacinthe KONÉ, Aya Christine KOUADIO <i>Analyse de l'incidence de l'exploitation de l'or sur les activités agricoles dans la zone aurifère Yaouré (centre-ouest de la Côte d'Ivoire)</i>	767
FONO PASCALE CHRISTELLA, MEDIEBOU CHINDJI <i>Décentralisation et dynamiques du développement économique local dans le département de la Mvila (Sud-Cameroun)</i>	786
Rolland MOUSSITOU MOUKOUENGO, René NGATSE, Paul Gurriel NDOLO <i>Croissance démographique et spatiale de la ville de Brazzaville : dégradation environnementale et difficultés de gestion des déchets solides ménagers</i>	816
Daniel SAIDOU BOGNO, Martin ZOUA BLAO, Abaïcho MAHAMAT <i>Tendance climatiques et performance scolaire dans la plaine du Logone (Extrême-Nord, Cameroun)</i>	840
Kpémame DJANKARI, Roseline KAMBOULE, Pounyala Awa OUOBA <i>Effets de la variabilité climatique sur la dégradation des terres agricoles dans la Région des Savanes au Nord Togo</i>	858
N'DRI Kouamé Frédéric, Kone Ferdinand N'GOMORY, KONATE TREMAGAN, Kouamé Marc Anselme N'GUESSAN <i>Dynamique urbaine et aviculture dans la ville de Bouaké : entre opportunité économique et dégradation environnementale</i>	879
AGBON Apollinaire Cyriaque, Sènam Fred MEKPEZE <i>Cartographie des contraintes à l'étalement urbain dans la commune de Sèmè-Podji (sud du Bénin)</i>	901
QUENUM Comlan Irené Eustache Zokpénou, DOSSOU GUEDEGBE Odile V. <i>Gestion des espaces frontaliers et sécurité dans l'arrondissement d'Igana (commune de Pobè)</i>	923

Joseph Saturnin DIEME, Henri Marcel SECK, Bonoua FAYE, Ibrahima DIALLO <i>Evolution de l'occupation des sols dans la commune de Mangagoulack de 1982 à 2025</i>	941
KANKPENANDJA Laldja, BAWA Dangniso, ODJIH Komlan <i>Utilisations des terres et géomorphodynamique superficielle dans le bassin versant du Bonkoun au nord-Togo</i>	956
KOUADIO N'dri Ernest <i>Distribution spatiale des services urbains dans un contexte d'expansion urbaine à Bingerville en Côte d'Ivoire</i>	972
MBARGA ATEKOA Nicolas Brice Fridolin, TCHEKOTE Hervé, LARDON Sylvie <i>Mécanismes et défis de l'approvisionnement vivrier de la métropole Yaoundé par ses périphéries : cas de Nkometou, Nkolafamba et Mbankomo</i>	988
Fatimata SANOGO, Adama KEKELE, Laurent Tewendé OUEDRAOGO <i>Aménagement hydro-agricole et dynamique du front pionnier agricole dans le sous bassin versant Plandi 2 dans un contexte de migration agricole, Région du Guiriko (Ouest du Burkina Faso)</i>	1020
SAGNA Ambroise, BA Djibrirou Daouda, SECK Henri Marcel, DIATTA Hortense Diendene <i>Approche par télédétection de la dynamique spatio-temporelle des terres salées du Sous-Bassin du Kamobeul Bolong entre 1985 et 2015</i>	1038
LONDESSOKO DOKONDA Rolchy Gonalth <i>Croissance urbaine et occupation spatiale dans la communauté urbaine d'Ignié (République du Congo)</i>	1059
Salifou COULIBALY <i>Croissance démographique et crise du logement dans la ville de Bingerville (Côte d'Ivoire)</i>	1076
KONAN Aya Suzanne <i>Les externalités socio-économiques de la transformation du manioc dans la ville de Toumodi (Côte d'Ivoire)</i>	1093
Daniel Guikahué BISSOU <i>Evaluation des pratiques écotouristiques dans les villages côtiers de la région de San Pedro : le cas du village Nero-Mer dans la sous-prefecture de Grand-Bereby</i>	1112

KOUAKOU Kouamé Abdoulaye <i>Production de l'anacarde dans le nord-est de la Côte d'Ivoire : de l'espérance aux désarrois des paysans</i>	1124
Koly Noël Catherine KOLIÉ <i>Transports et développement socioéconomique en Guinée Forestière</i>	1140
N'GORAN Kouamé Fulgence <i>Déterminants sociodémographiques du tourisme nocturne dans la ville de Bouaké</i>	1061
KOUADIO Datté Anderson <i>Analyse de l'impact de la frontière Ivoir-Ghanéenne sur les dynamiques migratoires dans la ville d'Abengourou (Est, Côte d'Ivoire)</i>	1087
Laetitia Guylia ROGOMBE, Nadine Nicole NDONGHAN IYANGUI, Marjolaine OKANGA-GUAY, Whivine Nancie MAVOUNGOU-MAVOUNGOU, Jean-Bernard MOMBO <i>L'urbanisation du grand Libreville : entre pression foncière et pression environnementale</i>	1103
Ramatoulaye MBENGUE <i>La gestion des déchets solides ménagers par réutilisation dans la commune de Ngor, Sénégal</i>	1118
Daniel GOMIS, Babacar FAYE, Abdou Khadre Dieylany Yatma KHOLLE, Agnès Daba THIAW-BENGA, Aliou GUISSSE, Aminata NDIAYE <i>Dynamiques spatio-temporelles du couvert végétal dans le bassin arachidier de 1985 à 2017 : cas de l'Arrondissement de Djilor (Fatick, Sénégal)</i>	1135
KOUADIO Nanan Kouamé Félix <i>Restrictions sanitaires liées à la Covid-19 et résilience des commerçants de vivriers à Korhogo, Côte d'Ivoire</i>	1158
KOUADIO Akissi Yokebed, VEÏ Kpan Noel <i>Hévéaculture circulaire en zone rurale : une approche spatiale intégrée à la société des caoutchoucs de Grand-Béréby</i>	1178
SOM Ini Odette épse KOSSONOU, ASSOUMOU Tokou Innocent, KOUAME Dhédé Paul Eric, DJAKO Arsène <i>La production de l'igname dans le département de Bondoukou, une organisation encore traditionnelle</i>	1197

GBENOU Pascal <i>Utilisation des pesticides de synthèse et gestion des emballages vides dans la basse vallée de l'Ouémé (Bénin) : analyse diagnostique</i>	1218
GOLI Kouakou Camille, N'ZUÉ Koffi Pascal, ALLA Kouadio Augustin, KOUASSI Kouamé Sylvestre <i>La pêche à Béoumi : analyse du jeu des acteurs par la méthode Mactor</i>	1233
Déhalé Donatien AZIAN <i>Accès à l'eau potable a la population de la commune des Aguégoués</i>	1256
Jean SODJI <i>Inconstance climatique et rendement agricole dans le bassin versant du fleuve Ouémé à l'exécutoire de Bétérou au Bénin (Afrique de l'ouest)</i>	1273
ASSABA Hogouyom Martin <i>Impact de la mauvaise gestion des eaux usées sur l'environnement dans le 5^{eme} arrondissement de Cotonou (Afrique de l'ouest)</i>	1290
NIAMEY Ahou Laure Béatrice, YAPI Maxime, KOFFI Brou Émile <i>Insuffisance des équipements et dégradation de la qualité de l'enseignement dans les structures de formation technique et professionnelle dans le département de Bouaké (Centre nord de la Côte d'Ivoire)</i>	1307
KOUADIO N'guessan Arsène, SANGARÉ Nouhoun <i>Dynamique du mode d'habiter : de la précarité à la valorisation des matériaux locaux à Bouaké (Côte d'Ivoire)</i>	1323
Christelle Makam SIGHA, Paul TCHAWA <i>Rareté des terres et migrations paysannes à l'Ouest-Cameroun : cas des jeunes agriculteurs du département de la Menoua</i>	1338
HOUSSEINI Vincent, AOUDOU DOUA Sulvain <i>Acteurs du commerce frontalier du marché de Dziguilao dans l'extrême-nord (Cameroun) : entre enjeux et complexité des relations</i>	1356
N'DOLI Stéphane Désiré Eckou, YMBA Maimouna, KAMANAN N'zi Franck <i>L'accès aux soins des enseignants à Bouaflé : une ville secondaire de la Côte d'Ivoire</i>	1371
TOURE Adama <i>La gouvernance foncière, entre tradition et modernisme dans le département de Dikodougou (Nord, Côte d'Ivoire)</i>	1382

**DYNAMIQUES SPATIO-TEMPORELLES DU COUVERT VEGETAL DANS LE
BASSIN ARACHIDIER DE 1985 A 2017 : CAS DE L'ARRONDISSEMENT DE
DJILOR (FATICK, SENEGAL)**

Daniel GOMIS, Doctorant

Laboratoire de Biogéographie / Département de Géographie, Faculté des Lettres et
Sciences Humaines ; Université Cheikh Anta Diop de Dakar, B.P. 5005 Dakar-Fann,
Sénégal

Email : gdany@live.fr; danyephata@gmail.com

Babacar FAYE, Maître de Conférences CAMES

Laboratoire de Biogéographie / Département de Géographie, Faculté des Lettres et
Sciences Humaines ; Université Cheikh Anta Diop de Dakar, B.P. 5005 Dakar-Fann,
Sénégal

Email : Babacarfaye22@hotmail.com

Abdou Khadre Dieylany Yatma KHOLLE, Doctorant

Laboratoire de Climatologie / Département de Géographie, Faculté des Lettres et
Sciences Humaines Université Cheikh Anta Diop de Dakar, B.P. 5005 Dakar-Fann,
Sénégal

Email : abkholle12@gmail.com

Agnès Daba THIAW-BENGA, Maître Assistant

Laboratoire de Biogéographie / Département de Géographie, Faculté des Lettres et
Sciences Humaines ; Université Cheikh Anta Diop de Dakar, B.P. 5005 Dakar-Fann,
Sénégal

Email : agnesdaba.thiaw@ucad.edu.sn

Aliou GUISSÉ, Professeur Titulaire des Universités

Laboratoire d'Ecologie et d'Ecohydrologie / Département de Biologie végétale,
Faculté des Sciences et Techniques ; Université Cheikh Anta Diop de Dakar, B.P. 5005
Dakar-Fann, Sénégal ;

Email : aliou.guisse@ucad.edu.sn

Aminata NDIAYE, Professeure Titulaire des Universités, Climatologue – Classe
exceptionnelle

Laboratoire de Climatologie / Département de Géographie, Faculté des Lettres et
Sciences Humaines Université Cheikh Anta Diop de Dakar, B.P. 5005 Dakar-Fann,
Sénégal

Email : aminata.ndiaye@ucad.edu.sn

(Reçu le 10 octobre 2025 ; Révisé le 15 novembre 2025 ; Accepté le 30 novembre 2025)

Résumé

Pour garantir la durabilité des écosystèmes végétaux et veiller au maintien de leur équilibre écologique, il est important d'acquérir des informations sur leur dynamique. C'est dans cette optique que cette étude, effectuée dans l'Arrondissement de Djilor, une localité du bassin arachidier sénégalais, s'est fixée pour objectif de procéder à une évaluation de la dynamique spatio-temporelle des différentes unités du paysage. À cet effet, les images satellites Landsats des capteurs Thematic Mapper et Operational Land Imager, des années 1985 et 2017 ont été utilisées. L'étude diachronique a été effectuée par l'utilisation de la méthode de la classification supervisée en faisant recours à l'algorithme du maximum de vraisemblance. Les résultats issus de processus ont été soumis à des traitements SIG (Système d'Information Géographique) pour la correction des vecteurs, l'établissement des cartes de situation et l'analyse des changements. Les résultats obtenus sont la cartographie des unités d'occupations du sol de chacune des dates et de leur évolution dans le temps. Il a ainsi été constaté, au cours de cette période d'étude, une régression du couvert végétal qui a perdu 17% de sa superficie initiale, au profit surtout des espaces agricoles et des autres unités qui ont noté des augmentations respectives de 13% et de 6,3% par rapport à leur superficie de départ. Cette étude pourrait servir de base d'informations à la planification de l'usage des terres et à la restauration et/ou à la gestion durable du patrimoine forestier restant dans la zone d'étude.

Mots clés : Dynamique, télédétection, bassin arachidier, couvert végétal et anthropisation.

SPATIO-TEMPORAL DYNAMICS OF VEGETATION COVER IN THE PEANUT BASIN FROM 1985 TO 2017 : CASE OF THE DJILOR DISTRICT (FATICK, SENEGAL)

Abstract

To ensure the sustainability of plant ecosystems and maintain their ecological balance, it is important to acquire information on their dynamics. With this in mind, this study, conducted in the Djilor District, a locality in the Senegalese peanut basin, aimed to assess the spatio-temporal dynamics of different landscape units. For this purpose, Landsat satellite images from the Thematic Mapper and Operational Land Imager sensors from 1985 and 2017 were used. The diachronic study was conducted using the supervised classification method using the maximum likelihood algorithm. The results from these processes were subjected to GIS (Geographic Information System) processing for vector correction, situation mapping, and change analysis. The results obtained are the mapping of land use units at each date and their evolution over time. During this study period, a regression of the vegetation cover was observed, which lost 17% of its initial surface area, mainly to the benefit of agricultural areas and other units which noted respective increases of 13% and 6.3%

compared to their initial surface area. This study could serve as a basis for information for land use planning and the restoration and/or sustainable management of the remaining forest heritage in the study area.

Keywords: Dynamics, remote sensing, peanut basin, vegetation cover, and anthropization.

Introduction

Les écosystèmes forestiers évoluent et se transforment dans le temps suivant les circonstances auxquelles ils ont été confrontés. Cependant, depuis un certain nombre d'années, les changements observés dans l'utilisation des terres se trouvent au cœur des problématiques géopolitiques de lutte contre la désertification, la perte de biodiversité et les émissions de Gaz à Effet de Serre dans l'atmosphère (ATOURE, 2002, p. II - 3). Les pertes de superficie forestières devenues inquiétantes ont été à l'origine de mouvements mondiaux qui ont conduit à la mise en œuvre de conventions internationales de protections de ces ressources naturelles. En effet, ces écosystèmes forestiers jouent un rôle important dans l'équilibre planétaire. Ils ont un impact profond sur le déroulement des cycles biogéochimiques, car absorbant en premier lieu le flux d'énergie reçu du soleil (S. WALTER et *al.*, 2011, p. 3). Aussi, ils fournissent de nombreux biens et services pour l'humanité, représentent un socle de conservation de la biodiversité et conditionnent la présence des espèces animales et végétales (W. G. TABAPALA et F. HUGUH 2009 in B. TANKOANA, 2017, p. 1). Malgré leur importance et en dépit des dispositifs mis en place, ces écosystèmes se dégradent dangereusement (R. N. GANSAONNE, 2021, p. 1). Plus récemment, les études de la FAO ont fait état d'un recul du couvert forestier terrestre qui est passé de 31% en 1990 à 30,6% en 2015 (FAO, 2018, p. 12). Cette régression est plus importante en Afrique subsaharienne, où le couvert forestier est passé de 30,6% en 1990 à 27,1% en 2015 (FAO, 2018, p. 12). Le Sénégal n'a pas été en reste, car estimées à 9 348 000 ha en 1990, les superficies des espaces forestiers sont passées à 8 898 000 ha en 2000 puis, à 8 273 000 ha en 2015, soit 1 075 000 ha perdues en 25 ans (CSE, 2015, p. 104). En effet, à l'instar des pays de la sous-région ouest-africaine, ces ressources végétales ont été profondément éprouvées par les épisodes successifs de sécheresse (Y. C. HOUNTONDI et *al.*, 2008, p. 173) et par des pressions importantes, consécutives, à l'accroissement démographique, entraînant une augmentation des demandes en terre agricole, en bois et en produits forestiers non ligneux. Les ampleurs de ces changements diffèrent suivant les différentes zones éco-géographiques du pays. Dans le bassin arachidier, une zone à forte dominance agricole, ces écosystèmes ont subi des changements importants qui se sont traduits selon plusieurs auteurs par une baisse en qualité et en quantité du couvert végétal (O. SARR, 2013, p. 84 ; A. TOURE 2002, p. II-13 ; E. B. NDIYEYE et *al.*, 2013, p. 22). Cette situation entraîne des répercussions sur la configuration du paysage du milieu. En effet elle érode la biodiversité et fragile la structure du sol par l'insuffisance des

apports en matière organique et l'expose à l'érosion éolienne et hydriques, sans oublier la réduction des services environnementaux et socioéconomiques fournis par ces écosystèmes. Pour S. MULLER et *al.* (2011, p.341) et L. RHAZI et *al.* (2012, p. 32), les pressions anthropiques entraînent les dysfonctionnements et la perte des valeurs bioécologiques des écosystèmes. Dans ce contexte, pour appréhender une telle problématique dans le bassin arachidier, une question demeure importante : comme les écosystèmes végétaux ont-ils évoluer dans le temps ? 1 A cet effet, l'analyse diachronique par télédétection, couplée à des opérations de systèmes d'informations géographiques constituent une approche largement recommandée par de nombreux auteurs (I. BAMBA, 2010, p. 73; A. DIOUF, 2012, p. 39 ; etc.). Sous ce rapport,, l'objectif de cette étude a consisté à analyser la dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol par l'utilisation des images satellites. Il s'agira ici de mettre en évidence, à travers des cartes multi-dates (1985 et 2017), les changements paysagers subis par les unités d'occupation du sol, tout en les comparant pour identifier les différents types de transformation qui ont eu à s'y opérer.

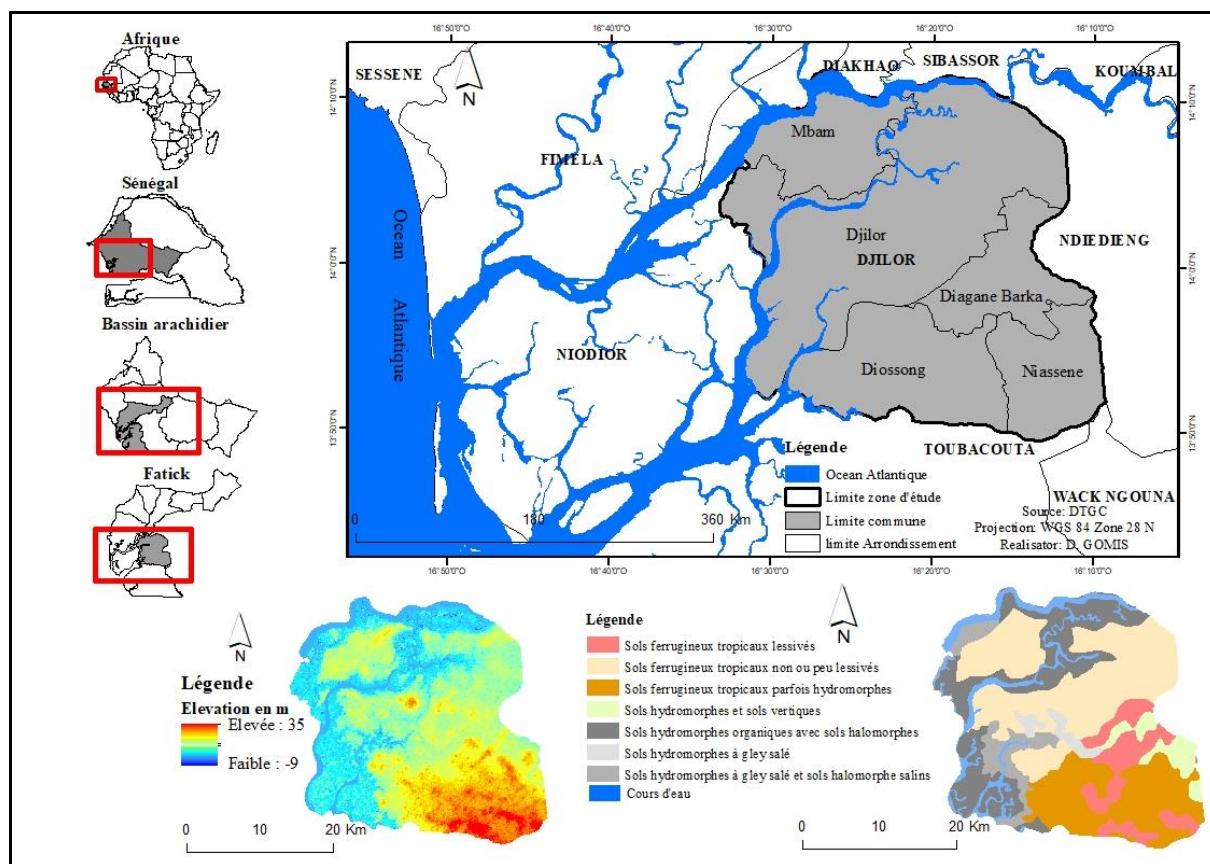
1. Matériels et méthodes

1.1 Présentation de la zone d'étude

L'étude a été menée dans l'Arrondissement de Djilor, une zone située dans le Bassin Arachidier sénégalais. Elle se trouve dans la région administrative de Fatick, entre les latitudes 13° 09 - 14° 10 N et les longitudes 16° 02 - 16° 20 W (Figure 1). Elle comporte cinq communes (Djilor, Mbam, Diagane Barka, Diossong et Niassène) et couvre une superficie de 876 km². Le relief est dans l'ensemble plat. Les altitudes ne dépassent pas les 35 m d'élévation et comportent aussi des dépressions qui intègrent les cours d'eau des bras de mer du Saloum et du Diomboss. Les sols sont essentiellement de types hydromorphes dans les vallées et ferrugineux tropicaux avec certains lessivés et d'autres non ou peu lessivés dans les plateaux. La zone est soumise à un climat tropical sec, de type nord-soudanien, avec une courte saison des pluies qui va de juin à octobre et une longue saison sèche allant de novembre en mai. La pluviométrie enregistrée dans la zone, à la station de Fatick, est en moyenne de 602 mm par an, pour la série allant de 1930 à 2017 selon les données de : l'Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie (ANACIM). La température y est en moyenne de 28°C. Elle a un régime bimodal avec deux maxima, en avril (39,4°C) et novembre (34,1°C), et deux minima, en juillet (24,1°C) et janvier (16,8°C). Les conditions hydro-climatiques et géographiques de la zone favorise une végétation diversifiée constituée de savane et de mangrove pour sa partie amphibie. La localité abrite une population de 79132 habitants selon le recensement général de la population et de l'habitat (ANSD, 2014). L'agriculture essentiellement sous pluie

ainsi que l'élevage, la pêche et le commerce constituent les principales activités des populations locales (ANSD, 2014).

Figure 1 : localisation de la zone d'étude



1.2 Méthode d'étude de la dynamique spatiale

L'approche méthodologique utilisée s'appuie sur la télédétection, les Systèmes d'Information Géographique (SIG) et les relevés de terrain.

1.2.1 Données de télédétection

Le suivi de l'évolution des unités d'occupation du sol de la zone d'étude a été basée sur l'utilisation des images TM et OLI de Landsat de 1985 et 2017. Ces images de 30 m de résolution ont été téléchargées sur le site internet de l'USGS (United States Geological Survey) à partir de la scène 205/50, couvrant le territoire de la zone d'étude. Elles ont été enregistrées en période sèche (06/02/1985 et 28/11/2017) pour éviter les effets d'exagération de la végétation. Le choix de ces deux dates est motivé par le souci d'appréhender, au mieux, les changements paysagers du milieu, au cours des trente dernières années à partir du démarrage de l'étude.

1.2.2 Traitement et validation des images satellites

Les images Landsat étant géométriquement corrigées, les bandes ont été regroupées et une composition colorée du proche infrarouge, du rouge et du vert ont été

appliquée. Pour faciliter l'identification des classes autrement dit unités d'occupation du sol, une classification non supervisée a été préalablement effectuée par le biais de l'algorithme ISODATA (Iterative Self-Organizing Data Analysis Technics). Partant des unités résultant de cette opération et par photo-interprétation, les zones d'entraînement de la classification supervisée ont été choisies. Un total de 14 classes a été retenu : savane arborée, savane arbustive à arborée, savane arbustive, forêt-galerie, zone de culture, verger/plantation, zone d'habitat, Mangrove, vasière, tanne herbeux, tanne vif, cours d'eau permanent, cours d'eau temporaire et mare. Les classes de végétation ont été définies selon la nomenclature de Yangambi (J. L. TROCHAIN, 1957). Une classification supervisée a été effectuée sur la base de ces classes par l'utilisation de l'algorithme du maximum de vraisemblance. Ce dernier fait un calcul de probabilité multidimensionnelle pour déterminer la probabilité de chaque pixel à appartenir à l'une des catégories de signature spectrale correspondante selon la technique du plus proche voisin (F. BENKOUIDER, 2012, p. 241 ; N. N. KAMBALE, 2021, p. 644. Pour éliminer les pixels isolés et lisser la classification, un filtre de 3 sur 3 pixels a été appliqué sur le raster de la classification. Le choix de ce type de filtrage est justifié par le fait qu'elle constitue l'option la plus fine. Il permet d'éliminer uniquement les petits pixels aberrant tout en maintenant les contours et les détails spatiaux de l'image. C'est tout contraire des autres filtres (7*7 ; 9*9) qui conservent moins la finesse géométrique des objets malgré un niveau lissage plus élevé. La validation statistique de la précision de la classification a été faite à partir de la matrice de confusion par le calcul du coefficient Kappa « K » (formule 1) et de la précision globale « Pg » (formule 2). La matrice de confusion a été obtenue en confrontant les « pixels purs » (pixel ne faisant l'objet d'aucun doute sur leur classe d'appartenance) et les relevés GPS de terrain avec les différentes unités d'occupation du sol. Cela a permis de déterminer la précision d'utilisateur (les erreurs de commission) et la précision du producteur (Les erreurs d'omission) afin d'évaluer la précision globale et l'indice Kappa (K). À cet effet, pour chaque unité 20 à 30 échantillons ont été recueillis.

$$K = a - b / 1 - b ; \quad \text{avec } a = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{Nc} (x_{ii}) \quad \text{et} \quad b = \frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^{Nc} (x_{+i} \times x_{i+}) \quad (1)$$

$$Pg = \frac{\sum_{i=1}^r x_{ii}}{N} \times 100$$

(2)

Nc = nombre de classes ; N = Nombre total d'observations ; x_{ii} : nombre d'observations dans la colonne i ligne i (diagonale de la matrice) ; x_{i+} = total des observations dans la colonne i (total à droite dans la matrice), et x_{+i} = total des observations dans la ligne i (total en bas de la matrice). Les résultats de ces tests ont donné une précision globale de 82% et un indice Kappa de 0,85 pour la classification de l'image de 2017 et respectivement de 87,2% et 0,85 pour celle de 1985 (Tableau 1 et 2). Tous ces traitements ont été effectués à l'aide du logiciel ENVI.

Tableau 1 : Matrice de confusion de la classification de l'image Landsat TM 1985

Unités	SA	SaA	Sa	FG	ZC	CEP	Va	TV	Ma	CET	ZH	Mare	TH	V/P	Total
SA	81,3	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0	5,7	0	0,7	0,9	4,6
SaA	8,8	69,7	1,1	2,7	0	0	0	0	0	0	6,1	0	0	4,6	2,9
Sa	0	15,6	30,3	28,8	0	0	0	0	0	6,9	19,9	16,7	0,3	5,5	3,3
FG	0	0,3	15,5	38	4,6	0	0	0,2	0	9,4	20,3	0	0	1,8	3,7
ZC	0	0	12,6	19,3	92,1	0	0	4,3	0	10,6	11,4	0	0	10,1	15
CEP	0	0	0	0	0	99,9	0,7	0	0	0	0	0	0	0	30,3
Va	0	0	0	0	0	0,1	98,1	0,3	2,1	0	0	0	0,9	0	1,7
TV	0	0	0	0	3,1	0	0,7	92,5	0	33,1	1,7	0	6	0	10,3
Ma	0	0	0	0	0	0	0,5	0	97,9	0	0	0	0	0	18,5
CET	0	1,8	7	6,7	0,1	0	0	2,1	0	39,4	21,5	8,3	4	0	2
ZH	0,2	12,3	29,9	2,5	0,1	0	0	0	0	0,6	11	0	0	0	1,5
Mare	8,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	75	0	0	0,6
TH	1,1	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	88,1	0	4,6
V/P	0	0,3	3,6	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	77,1	1
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Overall Accuracy = (9828/11271) 87.1972%															
Kappa Coefficient = 0.8463															

SA (Savane Arborée) ; SaA (Savane arbustive à arborée) ; Sa (Savane arbustive) ; FG (Forêt galleries) ; ZC (Zone de Culture) ; Ma (Mangrove) ; ZH (Zone d'Habitation) ; TH. (Tanne herbeux) ; TV. (Tanne vif) ; CEP (Cours d'eau permanent) ; CET (Cours d'eau temporaire) ; Va (Vasière) ; V/P (Verger/Plantation)

Tableau 2 : Matrice de confusion de la classification de l'image Landsat OLI 2017

Unités	ZH	TH	V/P	Ma	Va	SA	SaA	Sa	ZC	FG	CET	Mare	CEP	TV	Total
ZH	82,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	6,5	0,0	0,0	1,4	11,9
TH	5,6	85,9	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,5	0,2	0,5	5,7	10,3	0,0	0,2	7,8
V/P	0,0	0,7	35,5	0,0	0,0	0,0	19,3	3,8	0,0	33,9	0,8	0,0	0,0	0,0	2,7
Ma	0,0	0,0	0,0	94,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,7
Va	0,0	0,0	0,0	2,9	88,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	46,2	1,3	0,0	15,7
SA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	98,6	7,7	0,0	0,0	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2
SaA	0,0	0,3	13,2	0,0	0,0	1,4	48,3	0,5	0,2	13,2	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9
Sa	1,9	5,6	10,5	0,0	0,0	0,0	0,7	91,4	1,2	10,1	0,8	0,0	0,0	0,0	5,6
ZC	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	97,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7
FG	0,3	0,7	40,8	0,1	0,0	0,0	24,1	3,6	1,2	39,2	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3
CET	1,4	2,6	0,0	0,0	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	79,8	10,3	0,0	0,0	2,1
Mare	0,0	0,8	0,0	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	33,3	0,1	2,2	1,8
CEP	0,0	0,0	0,0	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	98,6	0,0	10,8
TV	7,9	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	96,2	6,9
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Overall Accuracy = (7373/8558) 86.1533%															
Kappa Coefficient= 0.8445															

SA (Savane Arborée) ; SaA (Savane arbustive à arborée) ; Sa (Savane arbustive) ; FG (Forêt galleries) ; ZC (Zone de Culture) ; Ma (Mangrove) ; ZH (Zone d'Habitation) ; TH. (Tanne herbeux) ; TV. (Tanne vif) ; CEP (Cours d'eau permanent) ; CET (Cours d'eau temporaire) ; Va (Vasière) ; V/P (Verger/Plantation)

Les rasters issus de ce processus ont été convertis en vecteurs et exportés sur ArcGIS. Une dernière vérification a été faite à ce niveau en superposant les vecteurs avec les images de haute résolution tel que l'extension Basemap de ArcGIS pour l'année 2017 et Google Earth pour aussi celle de 1985, ainsi que la feuille de Thiès de 1981 pour cette dernière. Cela a permis de regrouper les classes identiques et de rectifier la classification supervisée.

1.2.3 Analyse de la dynamique et des changements des unités d'occupations du sol

Pour faciliter l'analyse des unités d'occupation du sol, ces dernières ont été regroupées en 5 catégories : végétation spontanée (savane arborée, savane arbustive à arborée, savane arbustive, forêt-galerie, mangrove et tanne herbeux), zone dénudée (tanne vif), zone artificielle (zone d'habitation), zone de culture (zone de culture et verger/plantation) et zone en eau (cours d'eau permanent ou temporaire et vasière). L'analyse de la dynamique des unités d'occupation du sol, entre ces deux dates, s'est faite par les calculs du taux d'évolution et du taux d'expansion annuel. Les expressions de ces calculs sont indiquées ci-dessous (formule 3 et 4) :

$$TE = ((S2 - S1) / (S1)) \times 100 \quad (3)$$

avec S1 la superficie d'une unité d'occupation à la date t1, S2 la superficie de la même unité d'occupation à la date t2

$$T = ((\ln S2 - \ln S1) / (t \ln e)) \times 100 \quad (4)$$

Où : **t** est le nombre d'années d'évolution ; **ln** le logarithme népérien ; **e** la base des logarithmes népériens (**e = 2,71828**) ; S1 est la superficie d'une unité de végétation à la date t1 ; S2 la superficie de la même unité de végétation à la date t2.

Pour faire ressortir les types de changement subis par le couvert végétal, des croisements ont été faits entre les vecteurs des deux dates. Cela a permis d'obtenir la matrice de transition. Cette dernière montre dans la diagonale les superficies stables et permet de comprendre les différentes affectations entre les unités d'occupation du sol. L'exploitation de la matrice de transition s'est faite par la « feuille Pontius » au travers des analyses d'intensité et de vitesse de changement. Aussi, par ce croisement des deux dates, deux types de changement ont été distingués. Il s'agit des modifications et des conversions. Les modifications sont des changements d'une unité au sein d'une catégorie. Elles peuvent positives, dans ce cas on parle d'une amélioration de la végétation ou négatives dans ce cas on parle de dégradation de la végétation (exemple : le changement de forêt-galerie en savane arbustive qualifié de dégradation ou vis-vers avec pour qualificatif l'amélioration). Quant aux conversions, elles consistent au changement d'une classe dans une autre catégorie. Elles peuvent être positive dans ce cas on parle d'une reconstitution de la végétation ou négative dans ce cas on parle de déforestation (exemple : le changement d'une

savane arborée en zone de culture qualifiée de déforestation ou vis-versa dont la qualification choisit ici est la restauration).

2. Résultats

Les résultats ont trait aux situations de l'occupation du sol pour chacune des dates, à l'étude de leur évolution dans le temps et à l'analyse des types de changement subis par le couvert végétal.

2.1. Cartographie de la dynamique d'occupation du sol

Les cartes produites par le traitement des images satellites montrent l'occupation du sol de zone d'étude en 1985 et 2017. Cette dernière révèle en 1985 un paysage dominé par les zones de culture. Malgré cette dominance, le couvert végétal était assez représenté. La savane arborée constituait l'essentiel des formations de savanes avec à sa périphérie et en moindre importance, de la savane arbustive à arborée et de la savane arbustive. Il y avait aussi des forêts-galeries empruntant, les cours d'eau temporaire et en zone amphibie la végétation était marquée par la mangrove avec en très faible proportion quelques terrasses sableuses abritant des tannes herbeux. En 2017, par contre, il est noté une diminution des formations de savane, réduites en des blocs, dans les limites des aires protégées et, un rétrécissement des forêts galerie, au profit des zones de cultures. L'occupation des zones d'habitat paraît aussi plus importante en 2017 qu'en 1985.

Figure 3 : Occupation du sol de l'arrondissement de Djilor en 1985

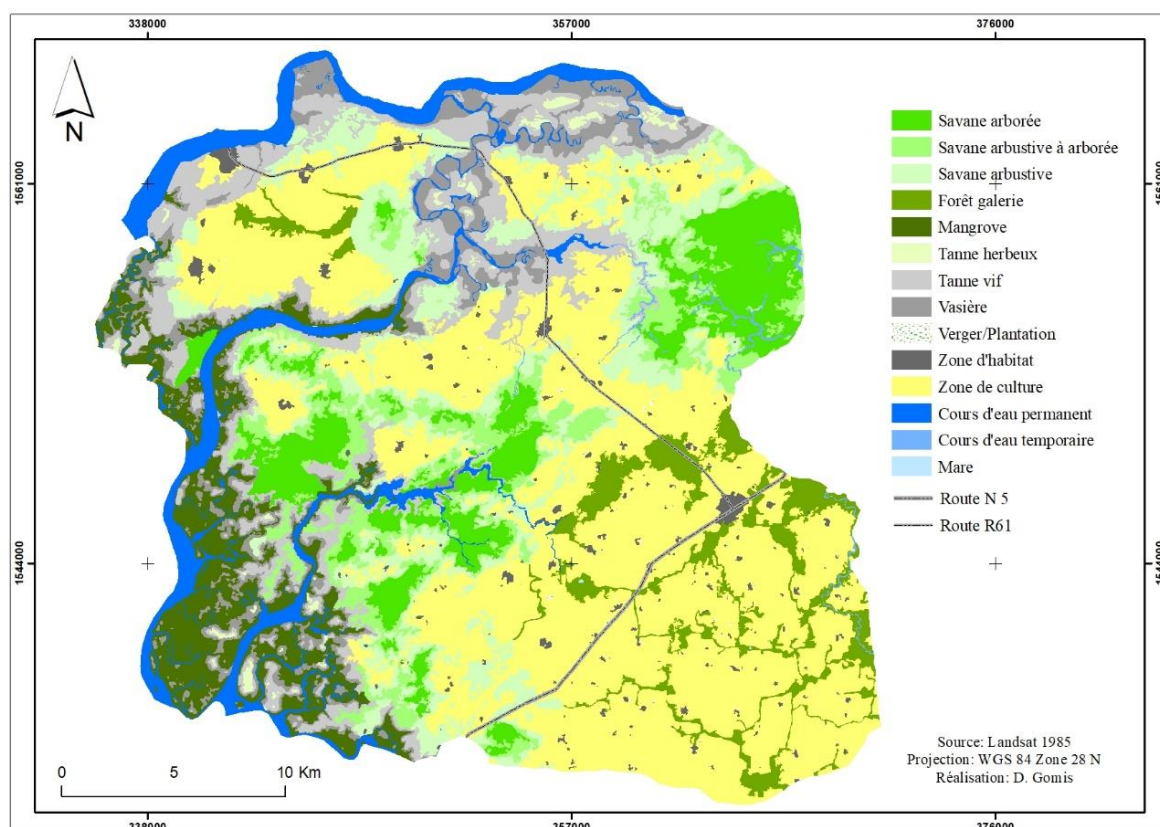
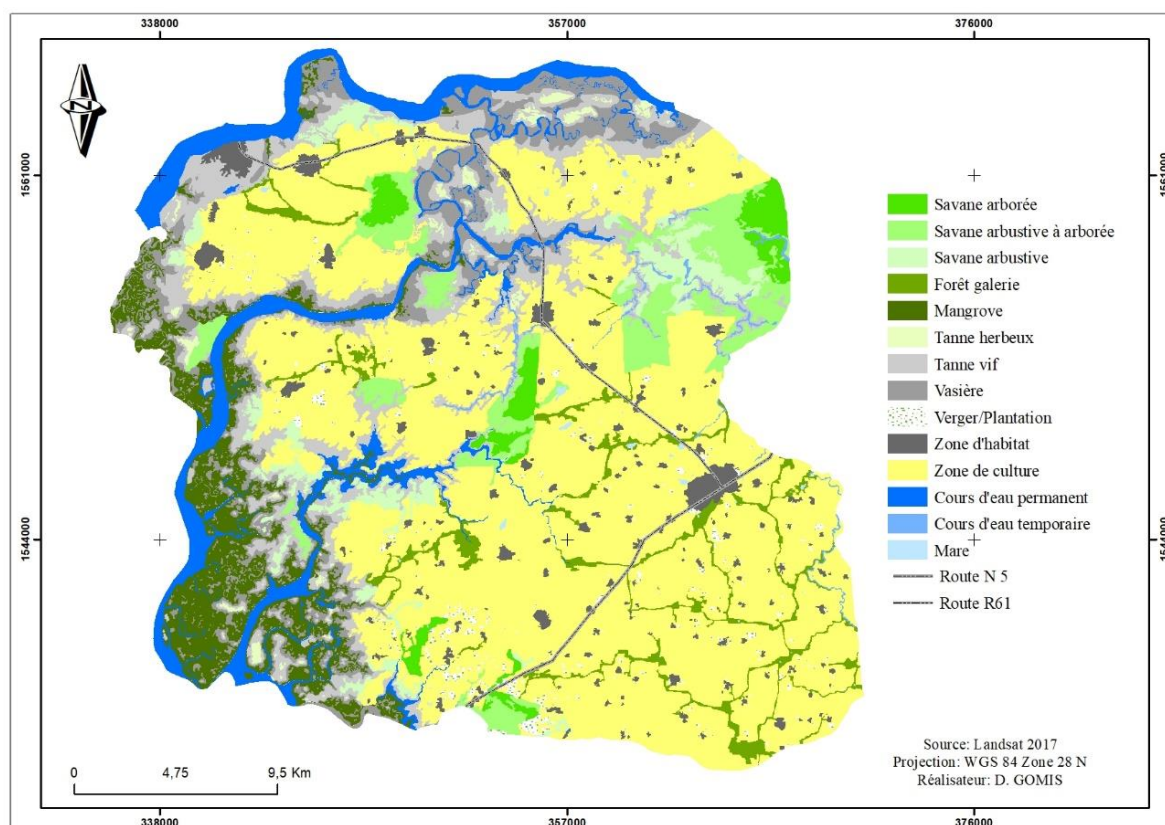


Figure 2 : Occupation du sol de l'arrondissement de Djilor en 2017



2.2. Analyse statistique des changements spatio-temporels des unités d'occupation du sol

Les superficies occupées par les unités d'occupation du sol en 1985 et 2017 et leur évolution entre ces deux dates ont été consignées dans le tableau 3. L'examen du tableau 3 montre à l'exception des tannes herbeux que pratiquement toutes les unités de la catégorie végétation spontanée ont connu une régression de leur superficie initiale, ce qui correspond à des taux d'évolution et d'expansion annuelle respectifs de -17% et 10,1%. Dans cette catégorie, les taux de régressions les plus importants ont été enregistrés par la savane arbustive (-7,5% et 3,7%) et la savane arborée (-6% et -4,4%). Ils sont suivis de loin par la forêt-galerie (-1,9% et -1,6%), la savane arbustive à arborée (-1,3% et -0,7%) et la mangrove (-0,4% et -0,2%) (Tableau 3). Cette situation diffère avec l'évolution enregistrée par les catégories des autres unités d'occupation du sol qui ont toutes une progression de leur superficie initiale. La catégorie zone de culture a connu la progression la plus importante (13% et 9,6%), suivi des catégories : zone d'eau (2,1% et 11,2%), zone artificialisée (1,5% et 2,6%) et zone dénudée (0,5% et 0,1%) (Tableau 3).

Tableau 3 : Dynamique des unités d'occupation du sol entre 1985 et 2017

Catégories	Unités d'occupation du sol	1985		2017		Changement 1985-2017 (ha)	Changement 1985-2017 (%)	Taux d'expansion annuelle (%)
		Sup (ha)	P%	Sup (ha)	P%			
Végétation	Ma	5734,6	6,5	5419,6	6,2	-315,1	-0,4	-0,2
	SA	6989,4	8,0	1735,5	2,0	-5253,9	-6,0	-4,4
	SaA	5772,9	6,6	4601,9	5,3	-1171,0	-1,3	-0,7
	Sa	9447,9	10,8	2873,7	3,3	-6574,2	-7,5	-3,7
	Ta. H.	448,0	0,5	528,1	0,6	80,1	0,1	0,5
	FG	4139,4	4,7	2445,7	2,8	-1693,6	-1,9	-1,6
	Totale Cat.	32532,1	37,1	17604,5	20,1	-14927,5	-17,0	-10,1
Zone dénudée	Ta. V.	8437,1	9,6	8836,0	10,1	398,8	0,5	0,1
Zone artificielle	ZH	999,8	1,1	2274,6	2,6	1274,8	1,5	2,6
Zone de culture	ZC	33912,5	38,7	44473,0	50,8	10560,5	12,1	0,9
	V/P	54,6	0,1	910,6	1,0	855,9	1,0	8,8
	Totale Cat	33967,1	38,8	45383,5	51,8	11416,5	13,0	9,6
Zone d'eau	CEP	5740,1	6,6	6313,7	7,2	573,6	0,7	0,3
	CET	300,5	0,3	409,8	0,5	109,3	0,1	1,0
	Va	5598,1	6,4	6612,4	7,5	1014,4	1,2	0,5
	Mare	7,3	0,0	147,5	0,2	140,2	0,2	9,4
	Totale Cat	11645,9	13,3	13483,4	15,4	1837,5	2,1	11,2
Totale		87581,98	100	87581,98	100			

SA (Savane Arborée) ; SaA (Savane arbustive à arborée) ; Sa (Savane arbustive) ; FG (Forêt galeries) ; ZC (Zone de Culture) ; Ma (Mangrove) ; ZH (Zone d'Habitation) ; Ta. H. (Tanne herbeux) ; Ta. H. (Tanne vif) ; CEP (Cours d'eau permanent) ; CET (Cours d'eau temporaire) ; Va (Vasière) ; V/P (Verger/Plantation) ; Cat. (Catégorie) ; P % (Pourcentage) ; Sup (Superficie)

2.3. Evaluation des changements de l'occupation du sol de 1985 et 2017

La matrice de transition, générée par le croisement des unités d'occupation du sol de 1985 et 2017, montre les transformations subies par chacune d'entre elles (Tableau 2). Concernant la catégorie végétation spontanée, l'observation de la matrice révèle que la savane arborée et la savane arbustive à arborée ont été très affectées par ces changements. La savane arborée n'a conservé que 978 ha de sa superficie initiale par rapport à une perte de 6012 ha et un rajout de 758 ha. Quant à la savane arbustive, elle a noté une perte de 8749 ha contre un gain de 2174 ha et pour une superficie stable de 699 ha. Elles ont été suivies en termes de pertes par la savane arbustive à arborée qui a noté une perte 4622 ha contre un gain de 3451 ha. Vient, ensuite la forêt-galerie et la mangrove, enregistrant respectivement des pertes de 2553 ha et 940 ha et des gains respectifs de 860 ha et 625 ha.

Ces changements ont été marqués par des baisses en qualité et quantité du couvert végétal au travers des modifications et des conversions négatives. Les modifications ont été surtout marquées par les transformations de savane arborée en savane arbustive à arborée (2154 ha), en savane arbustive (1111 ha) et en forêt galerie (184 ha) qui est ici une formation très anthropisée car transformer en zone de parcours du bétail. Cela a été aussi le cas la savane arbustive à arborée, qui a noté des modifications de : 126 ha de sa superficie en forêt galerie et 765 ha en savane arbustive. Concernant les conversions négatives, elles ont été principalement marquées par des transformations de la végétation spontanée (13 109 ha) en zone de culture. Il s'agit en détail de 6062 ha de la savane arbustive, de 2544 ha de la savane arbustive à arborée, de 2063 ha de la savane arborée et de 2440 ha de la forêt galerie. Les autres conversions négatives de végétal spontané en d'autres unités (bâti, tanne vif, vasière et cours d'eau permanent et/ou temporaire) ont été de 1420,5 ha. Par conséquent, l'unité zone de culture autrement dit, espace agricole sous pluie, a été le plus grand bénéficiaire de ces changements.

Tableau 4 : Matrice de transition des unités d'occupation du sol de l'arrondissement de Djilor entre 1985 et 2017.

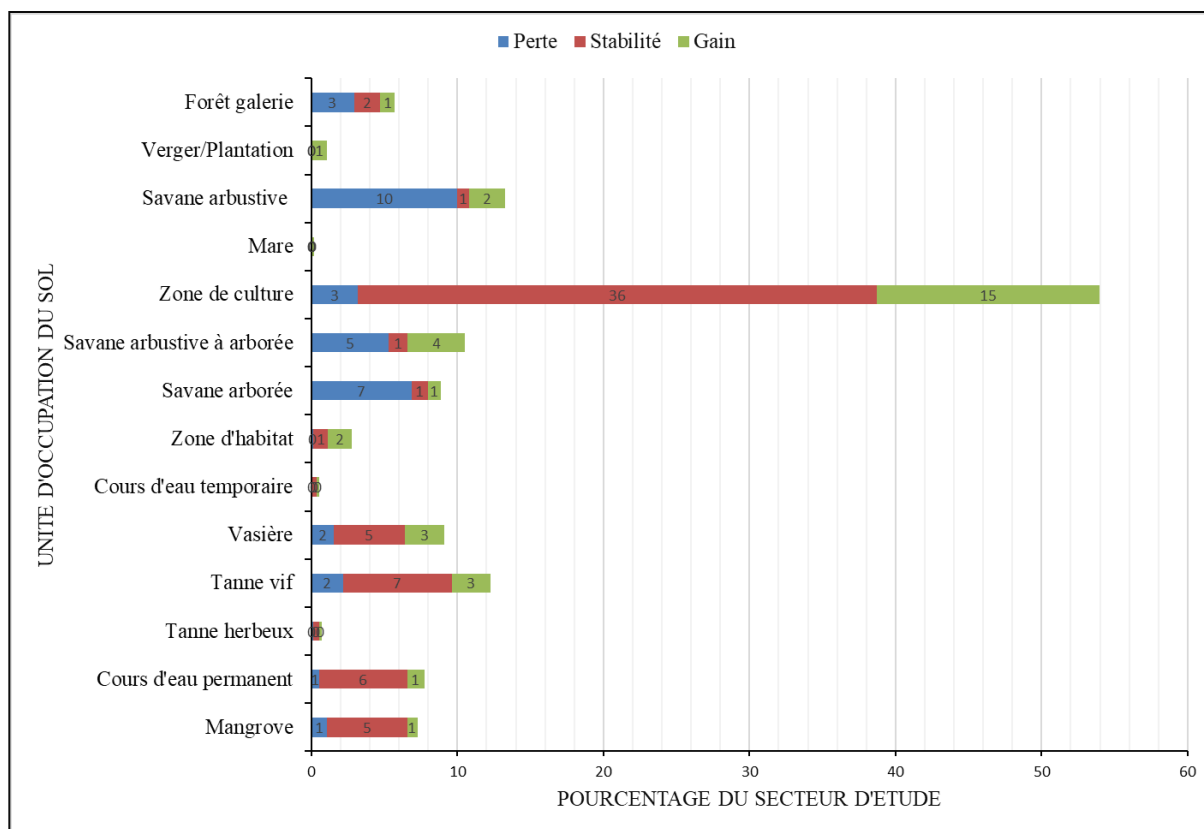
Unité	Ma	SA	SaA	FG	Sa	Th	Tv	H	Cp	V/P	CEP	CET	Va	M	Total 1985	Perte
Ma	4795	0	0	0	0	0	1,8	0	0	0	169	0	769	0	5735	940
SA	0	978	2154	184	1111	1,8	406	5,5	2063	31,0	1,8	45,5	0	7,3	6989	6012
SaA	0	455	1151	126	765	0	588	25,5	2544	34,6	5,5	31,0	1,8	45,5	5773	4622
FG	0	0	16,4	1586	0	0	0	16,4	2440	31,0	1,8	16,4	0	31,0	4140	2553
Sa	0	290	1096	250	699	12,7	710	85,6	6062	151	9,1	27,3	23,7	31,0	9448	8749
Th	7,3	0	0	0	0	355	80,1	0	0	0	0	0	5,5	0	448	92,9
Tv	23,7	0	38,2	5,5	177	138	6540	60,1	102	0	168	9,1	1175	1,8	8437	1898
H	0	0	0	1,8	1,8	0	1,8	872	109	12,7	0	0	0	0	1000	127
Cp	0	9,1	131	291,4	115	20,0	341	1206	31134	616	0	21,9	0	29,1	33912	277
V/P	0	0	0	0	0	0	0	3,6	16,4	34,6	0	0	0	0	54,6	20,0
CEP	67,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5278	0	395	0	5740	463
CET	0	3,6	14,6	0	5,5	0	18,2	0	0	0	0	259	0	0	301	41,9
Va	526	0	0	0	0	0	149	0	0	0	679	0	4243	0	5598,1	1355
M	0	0	0	1,8	0	0	0	0	1,8	0	1,8	0	0	1,8	7,2	5,4
Total 2017	5420	1736	4602	2446	2874	528	8836	2275	44473	916	6314	410	6613	148	87582	29657
Gain	625	758	3451	860	2174	173	2296	1402	13340	876	1036	151	2369	146	29657	

SA (Savane Arborée) ; SaA (Savane arbustive à arborée) ; Sa (Savane arbustive) ; FG (Forêt galeries) ; ZC (Zone de Culture) ; Ma (Mangrove) ; ZH (Zone d'Habitation) ; Ta. H. (Tanne herbeux) ; Ta. H. (Tanne vif) ; CEP (Cours d'eau permanent) ; CET (Cours d'eau temporaire) ; Va (Vasière) ; V/P (Verger/Plantation)

2.4. Analyse statistique de l'intensité et de la vitesse des changements

À partir de la matrice de transition, l'intensité et la vitesse d'évolution de chaque unité d'occupation du sol ont été calculées grâce au programme « Pontius Matrix 22 » (Figures 4 et 5). De l'analyse de la figure 4, il ressort que : les taux de stabilité les plus faibles et les taux de perte les plus importants ont été enregistrés par les unités de végétation spontanée à l'exception de la mangrove dont une bonne partie de sa superficie est restée stable. En guise d'exemple on peut noter des taux de perte, de gain et de stabilité respectifs de : 7%, 1% et 1% pour la savane arborée ; 5%, 4% et 1% pour la savane ; 10%, 2% et 1% pour la savane arbustive et enfin 3%, 1% et 2% pour la forêt galerie.

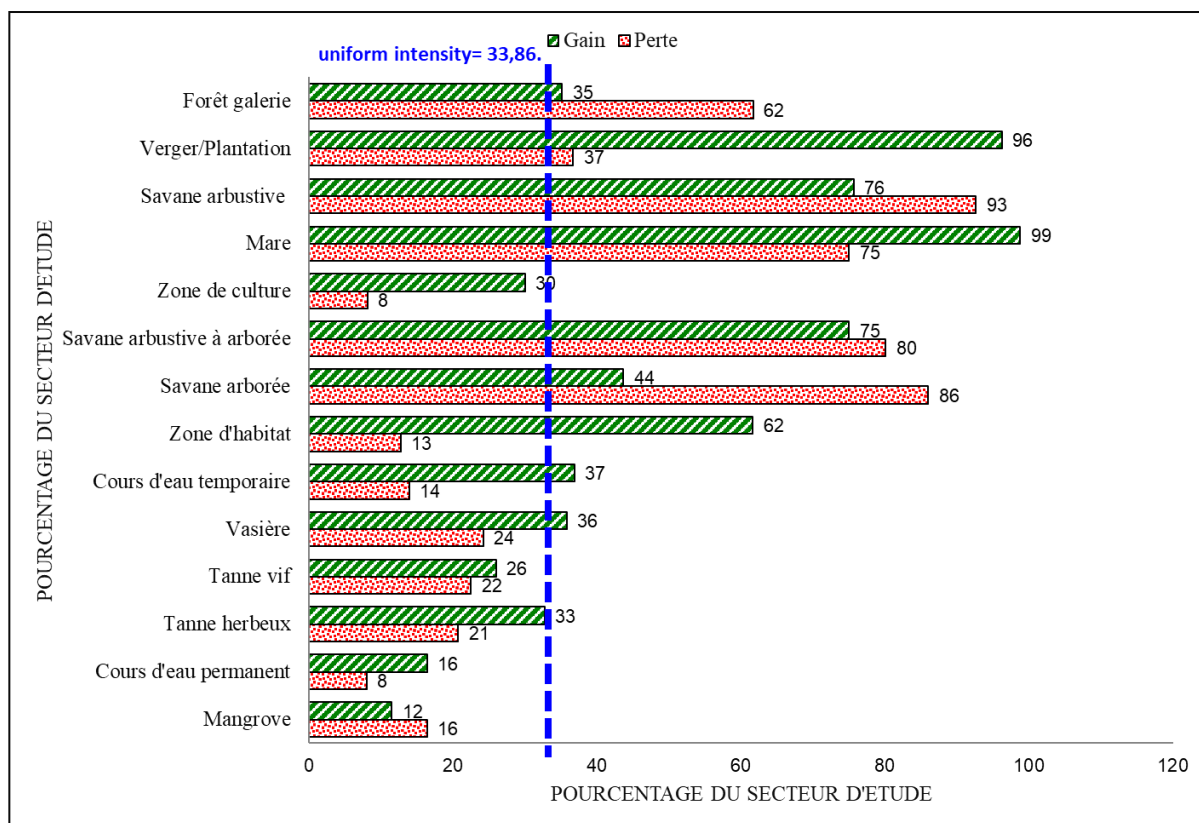
Figure 4 : Intensité des changements opérés par unité d'occupation du sol



Source : traitement des images Landsats de 19875 et 2017

La figure 5 a permis de constater, pour l'ensemble des unités d'occupation du sol de la zone d'étude, un taux de changement global de 33,86% au cours de la période de l'étude, soit un taux d'une vitesse annuelle de 1,06%. Mise à part les mares et le mosaïque verger/plantation, les taux de changement les plus importants ont été enregistrées par les formations de savane et la forêt galerie, dépassant de loin le taux global. En plus, leurs changements en perte restent plus importants que celles enregistrées en gain.

Figure 5 : vitesse des changements en fonction des gains et des pertes entre 1985

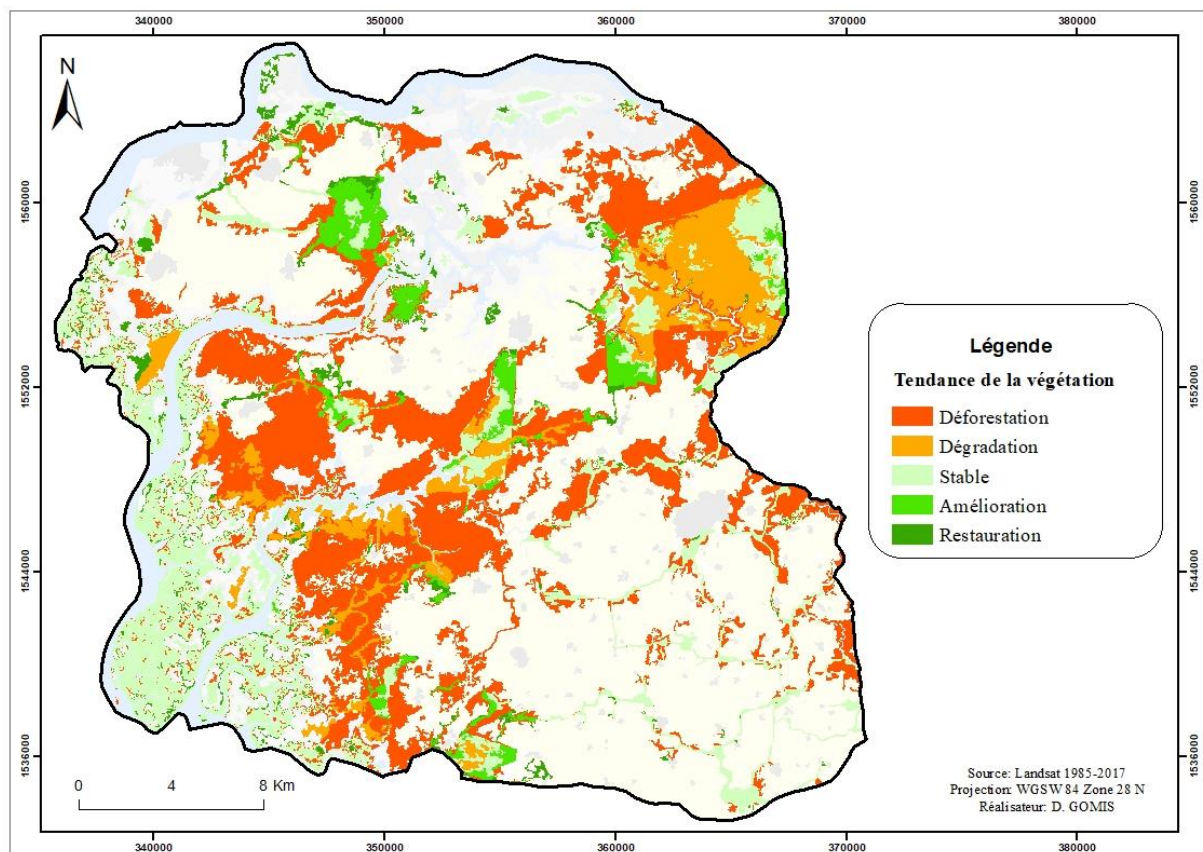


Source : traitement des images Landsats de 19875 et 2017

2.5. Spatialisation des types de changement du couvert végétal de 1985 et 2017

La carte ci-dessous présente une vue globale des types de changement subis par le couvert végétal en termes de modification positive (amélioration) et négative (dégradation) et de conversion positive (restauration) et négative (déforestation).

Figure 6 : Cartographie des typologies de changement du couvert végétal



Source : superposition des résultats des traitements des images Landsats de 1985 et 2017

2.6. Évaluation statistique des typologies de changement du couvert végétal

De manière synthétique, l'analyse des types de changement subis par le couvert végétal au cours de ces 32 ans de la période de l'étude, montre qu'ils sont constitués à 48,4 % de déforestation, à 12,9% de dégradation, à 6,2% d'amélioration et à 4,2% de restauration. La déforestation a été faite à 79,9 % en faveur des espaces agricoles. Quant à la dégradation s'est opérée en faveur de la savane arbustive à arborée (49,5%) et arbustive (43,1%).

Tableau 5 : Évaluation statistique des typologies de changement du couvert végétal

Type de changement	Unité d'avant/unité d'après	1985-2017		
		Superficie	% dans les types de changement	% par changement
Déforestation	FVN-ZC	13110,1	79,9	48,4
	FVN-V/P	247,7	1,5	
	FVN-Au	3055,8	18,6	
	Total	16413,5	100,0	
Dégradation	SA-SaA	2154,4	49,5	12,9
	SA-Sa	1110,9	25,5	
	SA-FG	183,9	4,2	
	SaA-Sa	764,9	17,6	
	SaA-FG	125,7	2,9	
	SA-Th	1,8	0,0	
	Sa-Th	12,7	0,3	
	Total	4354,2	100,0	
Restauration	ZC-FVN	566,4	39,5	4,2
	AU-FVN	866,8	60,5	
	Total	1433,2	100,0	
Amélioration	Th-Ma	7,3	0,3	6,2
	SaA-SA	455,3	21,5	
	FG-SaA	16,4	0,8	
	Sa-SA	289,6	13,7	
	Sa-SaA	1096,3	51,9	
	Sa-FG	249,5	11,8	
	Total	2114,3	100,0	
Sans changement	FVN	9564,5	100,0	28,2
Total		33879,8		100,0

FVN (Formations Végétales Naturelles) ; ZC (Zone de culture) ; AU (Autres unités) ; SA (Savane Arborée) ; SaA (Savane Arbustive à Arborée) ; Sa (Savane arbustive) ; FG (Forêt Galerie) ; Ma (Mangrove) ; V/P (Verger/Plantation)

3. Discussion

Les traitements des images satellites de 1985 et 2017 ont permis d'identifier les changements d'occupation du sol intervenus dans la zone d'étude durant la période de l'étude. D'une manière générale, les formations végétales spontanées, exceptées les *tannes* herbeuses ont toutes régressé, par opposition aux autres unités, qui ont toutes connu une progression. Le taux de régression observé est estimé à 17% avec une vitesse d'expansion annuelle de 10 %. Ce taux reste supérieur à celui des 11% observés au niveau national entre 1990 et 2015 (CSE, 2015, p. 104) et demeure

légèrement supérieur à celui des 16% estimés pour le couvert végétal de la région de Kaffrine, dans le bassin arachidier, de 1979 à 2012 (O. SARR, 2013, p. 73). Cependant, il reste inférieur au taux 25% enregistré, par les écosystèmes végétaux naturels du bassin du Ferlo, au Nord du Sénégal, de 1965 à 2015 (T. BA, 2017, p. 5264). Cette situation pourrait s'expliquer par les différences au niveau des échelles de temps et d'espaces entre les études, mais, également par des différences sur l'intensité des facteurs qui interviennent dans ces changements.

L'analyse des typologies de changement subits par ces végétations spontanées au cours de ces 32 ans, a permis constater qu'elles ont été plus marquées par des pertes en déforestation et en dégradation que par des gains en amélioration et restauration du couvert végétal.

Pratiquement toutes les unités de végétation spontanée ont connu une conversion de leur superficie en d'autres unités dont principalement en faveur des champs agricoles suivis de loin par les établissements humains, les tannes vifs et les mares. De tels faits ont été observés par TOURE (2002, p. 10) dans le bassin arachidier notamment Kounghoul, montrant aussi une forte baisse des surfaces végétalisées au profit des champs. Ces résultats corroborent aussi les travaux de E. F. LAMBIN et al., (2003, p. 221) qui conclurent que l'agriculture demeure le principal facteur de conversion des forêts en Afrique subsaharienne. Selon la FAO (2005, p. 20), cette tendance est notée aussi bien en Afrique qu'en Amérique du Sud où on évalue les pertes de forêts à 13 millions d'hectares par an. Cette situation s'expliquerait certainement, ici, le fort croît démographique entraînant par ricochet : d'une part, une forte demande en terre agricole et d'autre part, une disparition du mode traditionnel de gestion de la fertilité des sols par la jachère, en raison, du manque de terre. En effet, pour S. K. CIZA (2012, p. 34), quand la population dépasse 10-15 hbts/km² les jachères diminuent forcément et la fertilité décroît. Or, dans la zone d'étude, d'après les données du Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) de 2013, la densité de la population est estimée de 91 hbts/km² (ANSD, 2013). Par conséquent, les terres cultivées sans relâche s'appauvrissent poussant certaines agricultures à convoiter les terres fertiles des aires de végétation spontanée.

Par ailleurs, en zone amphibie, l'expansion progression des tannes au détriment de la mangrove bien que faible, laisse percevoir l'influence de la variabilité pluviométrique. En effet, selon les données de l'Agence Nation d'Aviation Civile et de la Météorologique (ANACIM), la pluviométrie moyenne à la station de Fatick a été marquée pour la série allant de 1930 à 2017, par une tendance à la baisse, avec une moyenne interannuelle qui est passée de 797 mm sur la période 1930-1966 à 563 mm pour celle allant de 1967 à 2017. Cette situation a eu pour conséquence, de diminuer les apports en eau douce, entraînant avec l'évaporation et la continentalité, une

accentuation de l'effet des tannes sur la mangrove et autres végétations continentales. Mais, au vu des résultats, la mangrove s'est plus réduite au profit des vasières et des cours d'eau. Un état de fait qui s'expliquerait selon E.B. DIEYE et *al* (2013, p. 15, 18) par les activités d'exploitation du bois de mangrove et par la rupture de la flèche à l'embouchure de l'estuaire du Saloum, entraînant une augmentation du niveau de submersion de l'eau marine et une fragilisation de l'équilibre écosystémique de la mangrove.

Concernant la dégradation en qualité subie par la végétation spontanée, elle s'est opérée, par des modifications négatives de savane arborée en savane arbustive à arborée, en savane arbustive et en forêt galerie dégradée et/ou de savane arbustive à arborée en savane arbustive et en forêt-galerie dégradée. Ce type de modification montre en plus des activités agricoles, l'existence d'autres pressions humaines qui s'exercent sur ces ressources. En effet, dans le milieu rural sénégalais, les populations ont une grande dépendance aux ressources en bois pour la cuisson et la construction de maison. Selon A. MANGA (2006, p. 13)), au Sénégal, les combustibles ligneux représentent 60 % de la consommation énergétique des ménages et plus de 80 % en milieu rural. Cet état de fait est favorisé en milieu rural par leur disponibilité, et aussi par le fait que la population considère le bois de chauffe comme gratuit et donc accessible à tous. Cependant, l'impact de la production du charbon de bois en faveur des villes demeure très marquant sur les ressources forestières de l'ensemble de la région du Sine-saloum auquel appartient la zone d'étude. L'intensité de cette exploitation a conduit à une interdiction de l'activité, à la fin de l'année 1998, en raison de la dégradation engendrée sur les ressources en bois (A. TOURE, 2002, p. II-12 ; A. MANGA et *al.*, 2012, p. 117). Selon L. BOUTINOT (2016, p. 69), ces exploitations de bois pour la fabrication de charbon de bois, se faisaient par le biais de quotas délivrés par l'Etat central sans pour autant tenir compte au niveau local des capacités de production de ces écosystèmes. Comme autres facteurs aggravants, il y a aussi la pression pastorale dont les dépassements des capacités de charge au fur et à mesure qu'on avance dans la saison sèche amènent les éleveurs à procéder à de l'émondage pour nourrir le bétail.

La combinaison de tous ces facteurs expliquerait les facteurs qui auraient conduits à une baisse en quantité et en qualité de la végétation spontanée. Cette situation traduit un manque de durabilité dans le mode des gestions des espaces forestières et agricoles. Par conséquent, il est urgent d'adopter des stratégies pour arrêter l'expansion agricole, veiller à l'amélioration des techniques de fertilisation des sols par la pratique de l'agroforesterie et enfin procéder à l'aménagement de tous les espaces forestiers de la zone pour mieux contrôler l'exploitation des ressources en bois.

Conclusion

Cette étude visait à évaluer et à caractériser l'évolution des unités d'occupation du sol dont, particulièrement, celles de la végétation spontanée, dans l'Arrondissement de Djilor, sur la période trentenaire allant de 1985 à 2017. Les traitements cartographiques des images de Landsat 4-5 TM et de Landsat 8 OLI-TIRS (1985 et 2017) utilisées ont permis d'évaluer la dynamique paysagère du milieu. Au terme de ce travail, les résultats ont révélé, une régression importante du couvert végétal au profit des autres unités dont principalement celle des zones de culture sous pluie. Cette régression a été marquée par l'importance des pertes en déforestation et dégradation du couvert végétal que des gains en l'amélioration et restauration de ce dernier. En définitive, il y a eu, au cours de ces 32 ans de la période d'étude, une expansion des espaces agricoles et des autres unités sur le couvert végétal ainsi qu'une « *arbustisation* » des formations de savane au détriment de la strate arborée. Pour renverser la tendance, il serait important de veiller au maintien des surfaces de végétation restant contre l'expansion agricole et de procéder à des politiques de restauration du couvert végétal, tout en développant des politiques agricoles plus durables.

Références bibliographie

ANSD, (2014). *Recensement général de la population et de l'habitat, de l'agriculture et de l'élevage*. Édit Agence Nationale de Statistique et de Démographie (ANSD), rapport provisoire, Dakar (Sénégal), 36 p.

BA Taibou, AKPO Léonard Elie, DIOUF Abdoul Aziz. (2017). Dynamique spatio-temporelle des écosystèmes du bassin versant du Ferlo (Nord-Sénégal). *Journal of Animal & Plant Sciences*, 2017. Vol.33, Issue 1: 5255-5273

BAMBA Issouf (2010). *Anthropisation et dynamique spatio-temporelle de paysages forestiers en République Démocratique du Congo*. Thèse de doctorat, université libre de Bruxelles, 205p.

BAMBA Issouf, MAMA Adi, NEUBA F. R. Danho, KOFFI J. Kouao, TRAORE Dossahoua, VISSER Mariolein, SINSIN Brice & BOGAERT Jan. (2008). Influence des actions anthropiques sur la dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol dans la province du Bas Congo (République Démocratique du Congo). *Sciences & Nature*, 5, 49-60.

BENKOUIDER Fatiha, HAMAMI Latifa, ABDELLAOUI Abdelkader et SALMON Marc. (2012). Extraction de routes par classification supervisée et par réseaux de neurones artificiels à partir d'image SPOT : cas d'une ville Oasienne (Algérie). *Revue Télédétection*, 2012, vol. 11, n° 1, pp. 237-249

BOUTINOT Laurence, KARPE Philippe, IYEBI-MANDJEK Olivier, FACHE Vandii. et DKAMELA Guy Patrice (2016). « La gestion participative des forêts au service de l'amélioration des conditions de vie des populations locales : vers la création d'un espace de développement commun ? », In : Buttoud G. et J.-C. Nguingiri (eds.), L'association des acteurs à la gestion des forêts d'Afrique centrale : vers de nouvelles perspectives. FAO – CIFOR, CIFOR, pp. 63–77.
<http://www.cifor.org/library/6131/la-gestion-inclusive-des-forets-dafrique-centrale-passer-de-la-participation-au-partage-des-pouvoirs/>

CIZA Katembera Salomon, MIKWA Jean-Fiston, MALEKEZI Augustin Cirhuza A., GOND Valéry. et Boyemba Faustin BOSELA. (2015). Identification des moteurs de déforestation dans la région d'Isangi, République démocratique du Congo. *Bois et Forêts des Tropiques*, vol. 324, n° 2, p. 29-38.

CSE. (2015) - Rapport sur l'état de l'environnement au Sénégal. Édit. Centre de Suivi Écologique (CSE), Dakar (Sénégal), 199 p.

DIEYE El Hadji Balla, DIAW AmadouTahirou, SANE Tidiane et NDOUR Ngor (2013) - Dynamique de la mangrove de l'estuaire du Saloum (Sénégal) entre 1972 et 2010. URL : <http://cybergeog.revues.org/25671> ; DOI : 10.4000/cybergeog.25671

DIOUF Abdoulaye (2012). Influence du régime des feux d'aménagement sur la structure ligneuse des savanes nord Soudaniennes dans le Parc du W (Sud-Ouest du Niger). Thèse de Doctorat (PHD) Faculté des sciences, Ecole Inter facultaire de Bioingénieurs, Service d'Ecologie et des Systèmes de production Végétale ; Université Libre de Bruxelles ; Université d'Europe, 207p.

DIOUF Abdoulaye, BARBIER Nicolas, LYKKE Anne Mette, COUTERON Pierre, DABLAUWE Vincent, MAHAMANE Ali, MAHAMANE Saadou et BOGAERT Jan. (2012). Relationships between fire history, edaphic factor and woody vegetation structure and composition in a semi-arid savanna landscape (Niger, west Africa). *Appl.Veg.Sci.*, 5, 488–500.

FAO. (2005). Global Forest Resource Assessment 2005. Food and Agriculture Organization of the United Nations (Ed.), Forestry Papers. Rome, pp. 147.

FAO. (2018). La situation des forêts du monde. Les forêts au service du développement durable, Licence : CC BY-NC-SA 3.0 IGO, 158 p.

GANSAONRE R. Noël, BENEWINDE J.-B. ZOUNGRANA. et YANOOGO P. ISIDORE (2020). Dynamique du couvert végétal à la périphérie du Parc W du Burkina Faso. *Belgeo* [En ligne], 1 | mis en ligne le 12 juin 2020, consulté le 19 janvier 2021. URL: <http://journals.openedition.org/belgeo/40786>; DOI : <https://doi.org/10.4000/belgeo.40786>

HOUNTONDJI Yvan Carmen, SOKPON Nestor, NICOLAS Jacques. & OZER Pierre. (2009). Ongoing desertification processes in the sahelian belt of West Africa: an evidence from the rain-use efficiencies. In: « Recent Advances in Remote Sensing and Geoinformation Processing for Land Degradation Assessment », Chapter 11, Edited by Achim Röder and Joachim Hill, CRC Press 2009, ISBN: 978-0-415-39769-8, 173-186. <https://journals.openedition.org/cybergeogeo/25671>.

KAMBALE Ndavaro Nobert, DRAMANI Ramdan, MULONDI K.G, MUHINDO SAHANI W, BIAOU Samadori Sorotori Honoré & NATTA Katta. Dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol et du couvert forestier dans les Hautes Terres Fraîches de Lubero (RD Congo). *Geo-Eco-Trop.*, 2021, 45, 4 : 641-658

LAMBIN F. ERIC., GEIST J. Helmut. et LEPERS Erika. (2003). Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions. *Annu. Rev. Env. Res.*, 28 : 205-241

MANGA Alla, 2006. L'arbre, le chantier, la meule : glissement vers la fin d'une logique de prélèvement « pérenne ». Analyse et cartographie de la production du charbon de bois dans le département de Tambacounda (Sénégal). Thèse de Doctorat de Troisième Cycle, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 273 pages.

MANGA Alla., LAKE Louis Albert. et SAGNA S. E. S. Nicolas. (2012). La cartographie d'une activité de prélèvement de ressources naturelles : un compromis entre échelles et modes de représentation. *Publications du Comité Français de Cartographie*, vol. 213, n° 9, p. 115-126.

MULLER DSerge, RHAZI Laila., SABER, Er-Riyahi, Rifai, Nabil, DAOUD-BOUATTOR Amina, BOTTOLLIET-CURTET Marion, Semia Ben Saa-Limam, GHRABI-GAMMAR Zeineb (2011). Peat mosses (*Sphagnum*) and related plant communities of North Africa: II-, The Tingitanean-Rifan range (northern Morocco). *Nova Hedwigia*, 93, 335-352.

RHAZI Laila, GRILLAS Patrick, SABER Er-Riyahi, RHAZI Mouhssine, BRENDONCK Luc & WATERKEYN Aline. (2012). Vegetation of Mediterranean temporary ponds: a fading jewel? *Hydrobiologia*, 689, 23-36.

SARR Omar. (2013). Gestion des ligneux fourragers dans un axe de transhumance de saison sèche au Sénégal (Cas de la région de Kaffrine). Thèse de Doctorat, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Ecole Inter Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires (EISMV). 98 pages.

TABOPDA Wafo Gervais et HUYNH Frédéric. (2009). Caractérisation et suivi du recul des ligneux dans les aires protégées au Nord du Cameroun : analyse par télédétection spatiale dans la réserve forestière de Kalfou. Journée d'Animation Scientifique de l'AUF, Alger, 11 p.

TANKOANO Boalidioa (2017). Contribution de la télédétection et des Systèmes d'Informations Géo-graphiques à l'évaluation de l'impact des activités humaines sur la couverture végétale : cas du Parc National des Deux Balé (PNDB), à l'Ouest du Burkina Faso. Thèse de Doctorat, Université Nazi Boni (Burkina Faso) ; 111 p.

TOURE Assize. (2002). Contribution à l'étude de l'évolution des réservoirs de carbone en zone Nord-soudanienne au Sénégal. Thèse de Doctorat, n° 2585, École Polytechnique Fédérale de Lausanne (Suisse), 158 p.

TROCHAIN Jean Louis (1957). Accord inter-africain sur la définition des types de végétation de l'Afrique tropicale. Bulletin de l'Institut d'Études Centrafricaines, vol. 13-14, p. 55-93.

WALKER Sarah, PEARSON TimothyRH, HARRIS Nancy, SEAN Gabriel., PETROVA Silvia, CASARIM Felipe M. and BROWN Sandra (2011). Procédures Opérationnelles Standards pour la Mesure du Carbone Terrestre. *Document de Winrock international*, 76p.