

Revue Ivoirienne de Géographie des Savanes



RIGES

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

APPROCHE PAR TELEDETECTION DE LA DYNAMIQUE SPATIO- TEMPORELLE DES TERRES SALÉES DU SOUS-BASSIN DU KAMOBEUL BOLONG ENTRE 1985 ET 2015

SAGNA Ambroise, Doctorant, Laboratoire de Géomatique et d'Environnement de l'Université Assane SECK de Ziguinchor, U.F.R. des Sciences et Technologies, Département de Géographie, Ziguinchor, Sénégal, associé au Laboratoire Métiers, Mémoires et Territoires d'Afrique (M2TA),
Email : a.sagna4084@gmail.com

BA Djibrirou Daouda, Maitre de Conférences, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Faculté des Sciences et Technologies de l'Education et de la formation (FASTEF), Laboratoire Métiers, Mémoires et Territoires d'Afrique (M2TA),
Email : djibriroudaouda.ba@ucad.edu.sn

SECK Henri Marcel, Phd, Laboratoire de Géomatique et d'environnement, Université Assane SECK de Ziguinchor, U.F.R. des Sciences et Technologies Département de Géographie,
Email : h.seck5142@zig.univ.sn

DIATTA Hortence Diendène, Doctorante, Laboratoire de Géomatique et d'Environnement, Université Assane SECK de Ziguinchor, U.F.R. des Sciences et Technologies Département de Géographie, associée au Laboratoire Métiers, Mémoires et Territoires d'Afrique (M2TA),
Email : h.diatta20150234@zig.univ.sn

(Reçu le 27 août 2025; Révisé le 12 novembre 2025 ; Accepté le 28 novembre 2025)

Résumé

L'évolution des terres salées constitue une problématique majeure dans les écosystèmes estuariens d'Afrique de l'Ouest, notamment en Basse-Casamance, région affectée par une forte salinisation des sols. Cette étude propose une analyse diachronique de la dynamique des terres salées dans le sous-bassin du Kamobeul bolong entre 1985 et 2015, à travers une approche méthodologique fondée sur la télédétection spatiale et le SIG. Les images satellitaires Landsat TM et OLI ont été traitées avec une classification supervisée validée par matrices de confusion. L'indice de végétation NDVI a été calculé pour suivre l'évolution de la couverture végétale. Les résultats révèlent une forte progression des tannes et sols nus, passés de 13 572 ha en 1985 à 18 672 ha en 2015, soit une augmentation de 5 100 ha. Les cartes diachroniques permettent d'identifier les zones de conversion des rizières en terres salées, marquant une dégradation sévère du potentiel agraire du bassin. Cette approche montre l'efficacité des outils de télédétection pour le suivi des dynamiques éco-

environnementales à l'échelle locale, et souligne l'urgence d'interventions en matière d'aménagement et de restauration des sols.

Mots-clés : télédétection, NDVI, salinisation, SIG, Kamobeul bolong, Casamance

REMOTE SENSING APPROACH TO THE SPATIO-TEMPORAL DYNAMICS OF SALT LANDS IN THE KAMOBEUL BOLONG SUB- BASSIN BETWEEN 1985 AND 2015.

Abstract

The evolution of salt-affected lands represents a major environmental challenge in West African estuarine ecosystems, particularly in Lower Casamance, a region severely impacted by soil salinization. This study provides a diachronic analysis of the dynamics of saline soils in the Kamobeul Bolong sub-basin between 1985 and 2015, using a methodological approach based on remote sensing and GIS. Landsat TM and OLI satellite images were processed through a supervised classification validated by confusion matrices. The NDVI vegetation index was computed to monitor changes in vegetation cover. Results show a marked expansion of *tannes* and bare soils, increasing from 13,572 ha in 1985 to 18,672 ha in 2015, representing a gain of 5,100 ha. Diachronic maps highlight the conversion of rice fields into salt-affected lands, indicating severe degradation of the basin's agricultural potential. This approach demonstrates the effectiveness of remote sensing tools for monitoring eco-environmental dynamics at the local scale and underscores the urgent need for land-use planning and soil restoration interventions.

Keywords: remote sensing, NDVI, salinization, GIS, Kamobeul Bolong, Casamance

Introduction

La salinisation des sols constitue aujourd'hui une contrainte majeure pour la durabilité des systèmes agricoles et la résilience des écosystèmes littoraux en Afrique de l'Ouest. Elle est le fruit de mécanismes conjugués – intrusion saline, remontée capillaire, évaporation accrue, déprise agricole – qui fragilisent les rendements et modifient profondément les dynamiques d'occupation du sol. Dans les contextes estuariens et bolongs du Sénégal, la vulnérabilité est exacerbée par la variabilité pluviométrique, l'élévation du niveau marin et la conversion des dispositifs traditionnels de maîtrise de l'eau (T. K. YEBOUE, 2017, p. 18).

Dans le cas du sous-bassin du Kamobeul bolong, la problématique de la salinisation s'inscrit dans un contexte de transitions environnementales et anthropiques. Le passage d'une riziculture hydraulique à des usages moins intensifs, l'abandon progressif des infrastructures de drainage et un couvert végétal affaibli favorisent l'extension des *tannes* halomorphes et la dégradation des terres irriguées. Les outils de télédétection – notamment les séries d'images Landsat TM, ETM+ et OLI –

associés aux indices de végétation (NDVI, SAVI) et de salinité (SI) fournissent un dispositif pertinent pour suivre les dynamiques spatio-temporelles de ce phénomène (S. THIAM et al., 2021, p. 259).

Plusieurs travaux antérieurs ont mis en lumière l'ampleur et la rapidité de ces dynamiques. Par exemple, l'étude menée dans le district de Djilor (estuaire du Sine-Saloum) révèle que les usages des sols et la salinisation ont évolué conjointement entre 1984 et 2017, sur la base d'images satellitaires et de mesures de conductivité électrique du sol (S. THIAM et al., 2021). À l'échelle globale, la télédétection de la salinisation a montré un potentiel considérable : dans la plaine de Tafilalet au Maroc, une série multi-capteurs (1984-2018) permet de lier l'anomalie standardisée des précipitations à l'accumulation saline dans les sols (A. RAFIK et al., 2022). Par ailleurs, l'apport méthodologique de l'apprentissage automatique dans l'estimation de la salinité via imagerie satellite a été documenté récemment (S. K. SARKAR et al., 2023).

Ainsi pour mieux cerner ce phénomène de l'évolution des terres salées cette question a été posée : Comment les terres salées ont-elles évolué dans le sous-bassin du Kamobeul bolong entre 1985 et 2015 ? La présente recherche adopte une approche par télédétection pour analyser la dynamique spatio-temporelle des terres salées du sous-bassin du Kamobeul bolong entre 1985 et 2015. Les résultats portent sur la description de l'occupation spatiale de 1985 à 2015, l'analyse diachronique des unités d'occupation du sol, l'évolution des tannes et sols nus (terres salées) et la régression des rizières. Ils visent à fournir une base opérationnelle pour les acteurs locaux (services techniques, collectivités, ONG) engagés dans la gestion des zones littorales salinisées.

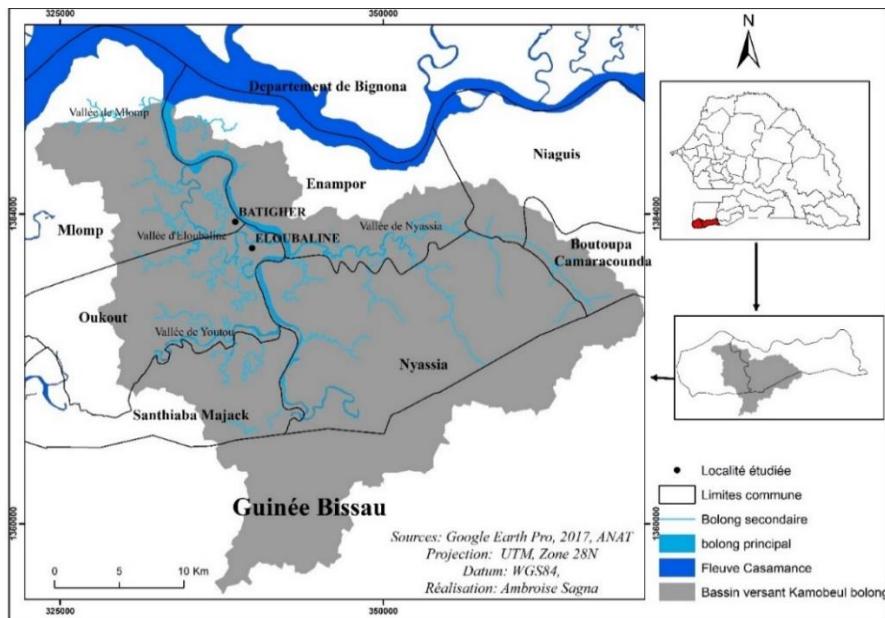
1. Données et Méthodologie

1.1 Présentation de la zone d'étude

Inclut dans le bassin versant de la Casamance, le sous-bassin du Kamobeul bolong a une superficie de 843 km² avec un périmètre de 190,65 km, une longueur de 77,73 km et une largeur de 9,7 km et coefficient de Gravelius de 1,84. Ce dernier (coefficient de Gravelius) est un indice morphologique qui permet de caractériser la forme du bassin. Ainsi, le sous-bassin du Kamobeul bolong est un bassin de forme allongée car K_G est supérieur à 1. Il est situé à la rive gauche du fleuve de la Casamance et composé de plusieurs ramifications. Ce vaste réseau hydrographique lui confère son étendue faisant de lui le plus grand bassin de la rive gauche de ce fleuve. Elle s'étend sur deux départements de la région sud. Il s'agit du département de Ziguinchor et celui d'Oussouye et son cours d'eau principal constitue la limite de ces deux départements. Le sous-bassin du Kamobeul bolong touche sept (7) communes de ces deux départements. Il s'agit des communes de Mlomp (Kassa) et Oukout à l'Ouest, Enampore au Nord, Nyassia au Sud-Est, Niaguis et Boutoupa Camaracounda à l'Est,

Santhiaba Manjack au Sud. Une partie du bassin au Sud se trouve en Guinée Bissau où le cours d'eau prend sa source (carte 1).

Carte 1: Localisation du sous-bassin du Kamobeul bolong



Le Kamobeul bolong est le cours d'eau principale de ce bassin. Il est long de 202,02 km, prend sa source en Guinée Bissau et se jette sur le fleuve Casamance à Point Saint Georges. Il est riche en mangrove qui borde tout au long de son tracé. Ce cours d'eau est sous l'influence marine durant toute l'année ce qui lui confère une eau salée. Cependant pendant la saison des pluies, on assiste à une dilution de l'eau grâce à la forte alimentation du bolong à travers ses multiples ramifications. Ainsi son eau devient saumâtre à partir généralement du mois de septembre jusqu'en fin octobre.

1.2. Données utilisées

Plusieurs données ont été utilisées dans le cadre de ce travail. Il s'agit des Images Landsat TM et OLI pour les années 1985, 2000 et 2015 (résolution 30 m). Ces dernières ont fait l'objet de traitement et d'analyse. Cette analyse des images satellitaires est nécessaire pour l'identification des différentes unités qui se trouvent dans l'image. La reconnaissance des cibles a été la clé de l'interprétation et de l'extraction de l'information. L'interprétation des images a été faite sous divers procédés, dont le prétraitement et le traitement numériques des images. Cela s'est effectué à travers les bandes spectrales TM3 (rouge), TM4 (infrarouge proche) pour le calcul du NDVI qui est utilisé pour déterminer l'indice de végétation. Autres données utilisées sont le MNT pour déterminer la topographie de la zone, les données GPS, et informations issues des enquêtes de terrain. Enfin nous avons utilisées des données de l'Agence

Nationale de l'Aménagement du Territoire (ANAT), de la Direction des Travaux Géographiques et de Cartographie (DTGC) et des « shapes files » réalisés par nous-même par la prise de points GPS, géo-référencement et la numérisation des images Google Earth Pro SRTM pour une meilleure correction de certaines matrices issues des traitements des images satellitaires. Ces traitements ont été faits avec les logiciels : Envi (traitement image) et ArcGIS 10.8 (cartographie et analyses spatiales).

1.3. Prétraitement et classification

Le prétraitement a démarré par la délimitation du sous-bassin à travers le MNT avec le logiciel ArcGis. Concernant les images satellitaires plusieurs opérations indispensables ont été effectuées avant l'analyse des images. Ces opérations ont permis de faire la combinaison des bandes, la correction radiométrique et géométrique des images, l'extraction du milieu d'étude et la composition colorée des bandes spectrales, par fusion de fichiers shape des différentes unités (hydrographie, végétation, rizières, etc.).

Après le prétraitement nous avons procédé à la classification (supervisée dans le cadre de notre étude) avec la définition de six classes thématiques : rizières, tannes/sols nus (qui constituent les terres salées), végétation, mangrove, cultures de plateau, étendues d'eau. Cette opération est d'autant plus qu'importante pour déterminer les étendues des différentes unités et donc définir l'évolution des surfaces des terres salées dans ce bassin.

Enfin, nous avons procédé à la validation des résultats de la classification. La validation des résultats obtenus par la classification supervisée a été faite par détermination des matrices de confusion et du calcul des coefficients Kappa. La matrice de confusion permet, soit après une première série de classifications d'affiner encore l'échantillonnage et les méthodes de classification utilisées, soit de fournir au lecteur, joint à la légende, un tableau récapitulatif des classements effectifs des pixels. La matrice de confusion doit présenter un tableau croisé des classes réalisées (y compris des pixels non classés) et le pourcentage effectif des pixels bien, mal classés ou non classés. Chaque colonne de la matrice représente le nombre d'occurrences d'une classe estimée, tandis que chaque ligne représente le nombre d'occurrences d'une classe réelle (ou de référence). Dans l'idéal, nous devons trouver une diagonale de 100%, c'est-à-dire que tous les pixels doivent être effectivement classés dans leur thème d'origine, et uniquement. En dessous de 95 %, la classification n'est pas bonne. - L'indice de Kappa évalue dans la matrice de confusion l'accord entre les résultats obtenus et la vérité sur le terrain. Il s'étend de 0 à 1 et il se divise en cinq catégories (Landis et Koch, 1977) (tableau 1).

Tableau 1 : Matrice de l'indice de Kappa

Valeur Kappa	Appréciation
$\geq 0,81$	Excellent
$0,80 \leq \text{Kappa} \leq 0,61$	Bon
$0,60 \leq \text{Kappa} \leq 0,21$	Modéré
$0,20 \leq \text{Kappa} \leq 0,0$	Mauvais
$< 0,0$	Très mauvais

Source : Landis & Koch (1977).

1.4.Indice NDVI

Le NDVI est un indice qui permet de mesurer la densité et la vigueur de la végétation, et donc d'identifier les zones de dégradation (valeurs proches de 0) typiques des tannes. L'indice de végétation est déterminé à partir des bandes TM 4 et TM 3. TM 4 est le canal proche de l'infrarouge et TM 3 est le canal rouge. Cet indice est très efficace pour déterminer la présence de la végétation. Le NDVI a été calculé à travers le Thematic Mapper (TM) (données Naza avec 30m de résolution) par la formule suivante :

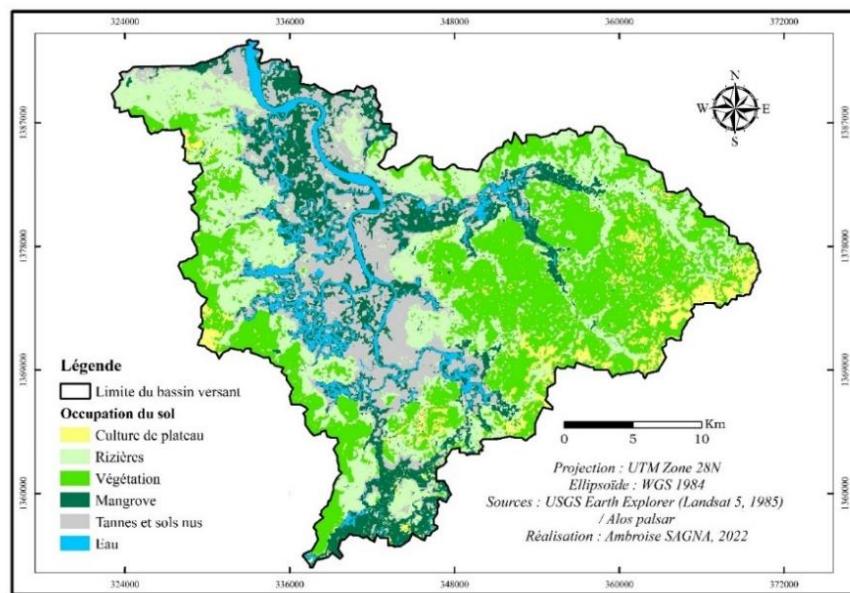
$$\text{NDVI} = \frac{\text{TM4} - \text{TM3}}{\text{TM4} + \text{TM3}}$$

2. Résultats

2.1. Description de l'occupation du sol de 1985 à 2015

Pour une meilleure étude de la dynamique spatio-temporelle des terres salées dans le sous-bassin du Kamobeul bolong, il est important de décrire l'occupation du sol. Ainsi pour se faire, nous avons fait des cartes d'occupation du sol dans lesquelles sont déclinées les différentes unités d'occupation du sol avec leur surface. Cela nous a alors poussés à faire trois cartes (1985, 2000 et 2015). L'occupation du sol a démarré avec la carte de l'année de départ (1985) qui montre une occupation dominée par la végétation (carte 2).

Carte 2 : Occupation du sol du sous-bassin versant du Kamobeul bolong en 1985



Les données statistiques (tableau 2) issues de la cartographie du sous-bassin du Kamobeul bolong indiquent qu'en 1985, la végétation prédomine avec une surface de 27731,95 ha. Elles couvrent 30,40% de la superficie totale du bassin. Après viennent les rizières qui occupent une superficie de 22661,33 ha soit 24,84% de la surface totale du bassin versant. Les tannes et sols nus occupent la troisième place avec une superficie de 13572,24 ha soit 14,88% de la superficie totale du bassin. Ensuite vient la mangrove qui s'étend sur une surface de 12572,78 ha, soit 13,78% de la superficie totale du bassin. Les cultures de plateau et les eaux occupent respectivement 9581,58 ha et 5098,08 ha (Tableau 2).

Tableau 2: Surfaces des unités de l'occupation du sol du sous-bassin Kamobeul bolong en 1985

Classes	Superficies ha en 1985	Superficies % en 1985
Rizières	22661,33	24,84
Culture de plateau	9581,58	10,50
Végétation	27731,95	30,40
Mangrove	12572,78	13,78
Tannes et sols nus	13572,24	14,88
Eau	5098,08	5,59
Total	91217,96	100

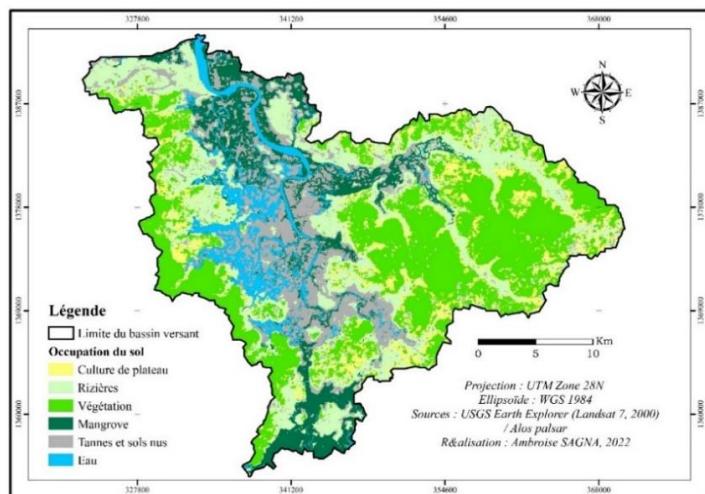
Source : ArcGIS, Cartographie des unités, 2022

D'une manière générale, en 1985, l'occupation du sol du sous-bassin du Kamobeul bolong est dominée par la végétation composée de forêts, de savanes arborées et de mangrove. Cette végétation est principalement localisée à l'Est du bassin où se trouve la forêt du Bayot dans la commune de Nyassia. Quant à la mangrove, elle s'étale tout

au long du bolong et de ses ramifications. Les tannes et sols nus qui sont généralement constitués des terres salées occupent une surface non négligeable.

En se référant à ces mêmes données statistiques issues de la cartographie du sous-bassin du Kamobeul bolong cette fois-ci en 2000, nous constatons que la végétation continue à dominer (carte 3).

Carte 3 : Occupation du sol du sous-bassin versant du Kamobeul bolong en 2000



En se référant à ces mêmes données statistiques (tableau 3) issues de la cartographie du sous-bassin du Kamobeul bolong cette fois-ci en 2000, nous constatons que la végétation continue à dominer (carte 3). Le scénario est le même qu'en 1985. Car après la végétation, nous avons successivement en termes d'occupation de l'espace, les rizières, les tannes et sols nus, la mangrove, les cultures de plateau et enfin les eaux. En revanche, on constate que les superficies de ces unités ont baissé.

Tableau 3: Surfaces des unités de l'occupation du sol du sous-bassin Kamobeul bolong en 2000

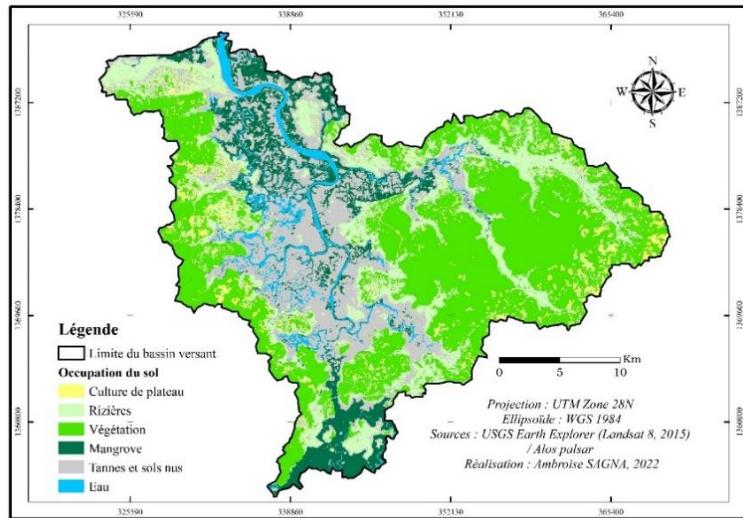
Classes	Superficies ha en 2000	Superficies en % en 2000
Rizières	19456,33	23,06
Culture de plateau	8633,55	10,23
Végétation	27099,53	32,12
Mangrove	10234,98	12,13
Tannes et sols nu	13075	15,50
Eau	5868,51	6,96
Total	84367,9	100

Source : ArcGIS, Cartographie des unités, 2022

Généralement comme on peut le constater sur ce tableau 3, en 2000, les superficies des différentes unités ont connu une baisse de même que celle du bassin. Les tannes et les sols nus, qui constituent les terres salées, occupent plus de 15% de la surface du bassin.

En 2015, il existe une différence significative au niveau des classes d'occupation des sols dans le sous-bassin versant du Kamobeul bolong (carte 4).

Carte 4 : Occupation du col du sous-bassin versant du Kamobeul bolong en 2015



En 2015, il existe une différence significative au niveau des classes d'occupation des sols dans le sous-bassin versant du Kamobeul bolong (carte 4). Comme les années 1985 et 2000, l'occupation des sols en 2015 est dominée aussi par la végétation. Cependant, les tannes et sols nus ont largement augmenté, passant de 13075 ha à 18672,82 ha soit une hausse de 5597,82 ha et occupent 22,15% de la superficie totale du bassin (tableau 4). Les surfaces occupées par les rizières et la mangrove ont drastiquement baissé de même que celles occupées par les cultures de plateau. Les surfaces des eaux se sont aussi réduites.

Tableau 4: Surfaces des unités de l'occupation du sol du sous-bassin Kamobeul bolong en 2015

Classes	Superficies ha en 2015	Superficies en % en 2015
Rizières	15628,36	18,54
Culture de plateau	3486,97	4,14
Végétation	33937,37	40,26
Mangrove	9205,7	10,92
Tannes et sols nu	18672,82	22,15
Eau	3364,1	3,99
Total	84295,32	100

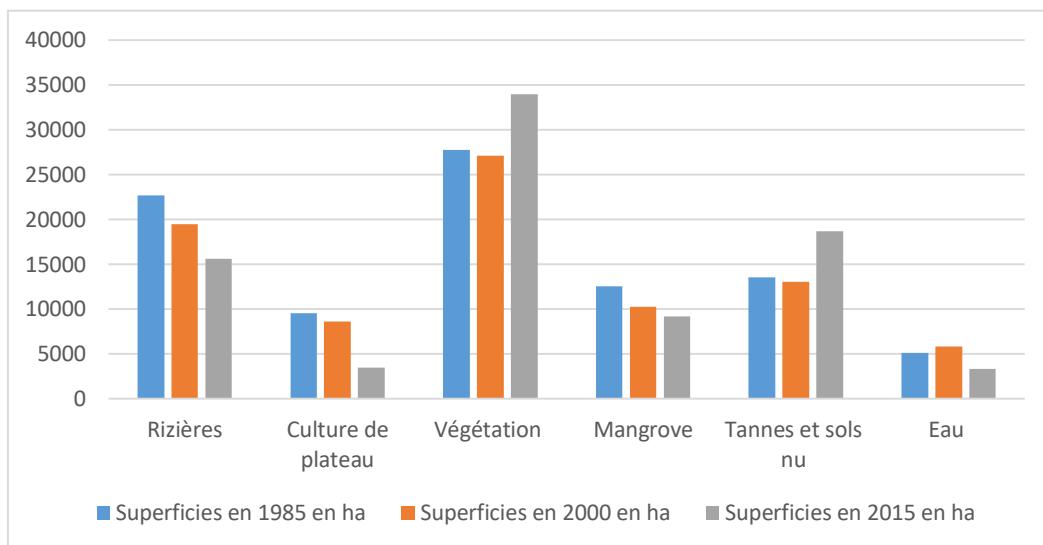
Source : ArcGIS, Cartographie des unités, 2022

De manière générale, l'année est marquée par une forte augmentation des surfaces de la végétation et des tannes et sols nus Tandis que les autres unités, leurs superficies ont drastiquement baissées.

2.2. Analyse diachronique des unités d'occupation du sol

L'étude de l'évolution spatiale des unités d'occupation du sol dans le sous-bassin du Kamobeul bolong a montré une tendance généralement négative entre 1985 et 2015. Sur l'ensemble des six unités étudiées, seulement deux ont connu une tendance positive. Les quatre autres ont régressé (Figure 1).

Figure 1: Surfaces des unités de l'occupation du sol du sous-bassin Kamobeul bolong de 1985 à 2015



Source : ArcGIS, Cartographie des unités, 2022

Une analyse spécifique des unités montre que les rizières ont baissé à plus de 7% de leur superficie de 1985. Leur surface passe de 22661,33 ha à 15628,36 ha soit une baisse de 7032,97 ha en 2015. Les cultures de plateau ont aussi baissé de 6094,61 ha soit 6,7% de sa superficie de 1985. Cette dernière passe de 9581,33 ha à 8633,55 ha en 2015. Quant à la végétation elle a augmenté de 6,8% de sa surface. Elle passe de 27731,95 à 33937,37 en 2015. En revanche, on constate une baisse de sa superficie entre 1985 et 2000. La superficie de la mangrove a régressé entre 1985 et 2015. Elle passe de 12572,24 ha à 9205,7 ha soit une baisse de 3,7% de sa superficie de 1985. Comme l'unité de végétation, les surfaces des tannes et sols nus ont augmenté à plus de 6% par rapport à 1985. Elles passent de 13572,24 à 18672,82. Cependant ces surfaces ont connu une baisse de 497,24 ha en 2000 avant d'augmenter entre 2000 et 2015. Pour ce qui est de la surface occupée par les eaux la tendance est négative en 2015 avec une baisse de 1,9% de la surface occupée en 1985. Contrairement aux autres, sa surface a augmenté en 2000 passant de 5098,08 ha à 5868,51 ha soit une hausse de 70,43 ha avant de régresser en 2015 avec une surface estimée à 3364,10 ha.

L'analyse de l'évolution de l'occupation du sol du Kamobeul bolong montre une dynamique des surfaces occupées par les unités cartographiées. D'une manière succincte, l'augmentation des surfaces de végétation peut s'expliquer par deux facteurs majeurs dans ce bassin. Tout d'abord, elle peut s'expliquer par le retour

progressif de la pluie dans la zone. Si on se réfère à la figure 1 sur l'évolution de la pluviométrie en Casamance de 1985 à 2015, on constate qu'entre 1985 à 2000, la pluviométrie était faible et cela explique même la baisse des formations végétales durant cette période comme le montre la figure 1. Aussi, durant cette période l'agriculture sur brûlis était très pratiquée dans cette zone et cela explique la présence d'une surface importante de culture de plateau dans cette. Cela est visible sur la carte de l'occupation du sol de 2000 (Carte 3) où on voit nettement la présence de cette agriculture de plateau qui a beaucoup impacté sur les étendues de végétation surtout à l'Est et au Sud-Est. Le retour progressif de la pluviométrie à partir des années 2000 a joué un rôle important dans la régénération de la végétation dans le sous-bassin versant du Kamobeul bolong. L'autre fait explicatif est le conflit de la Casamance. La zone couverte par le bassin du fleuve fait partir des zones impactées par le conflit. Sa partie Est et Sud-Est fait partir des zones d'affrontements. Ce qui a causé beaucoup de déplacés surtout au niveau des communes de Nyassia et Santhiaba Manjack surtout à partir des années 1995-2000. Ces déplacements vont alors avoir comme conséquences la réduction de la culture de plateau (voir carte 3) et donc diminution de la déforestation favorisant ainsi la régénération de ces forêts. Aussi, une grande partie de ces forêts étaient le bastion des combattants armés du MFDC qui l'ont miné et est devenu dangereuse.

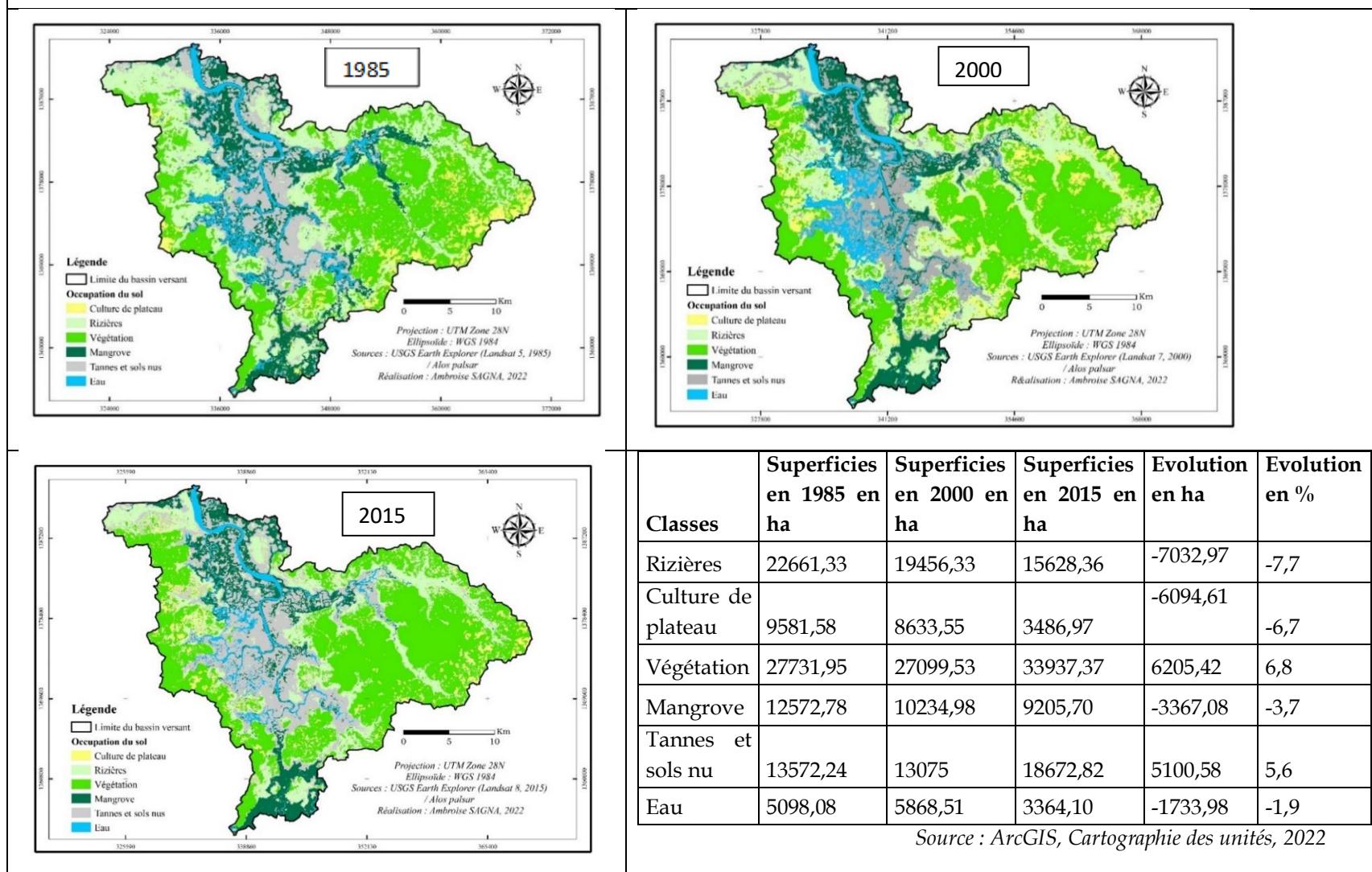
Ces deux facteurs combinés ont contribué à la régénération naturelle des forêts et donc de la végétation dans le sous-bassin du Kamobeul bolong. Cela explique que malgré la diminution constatée en 2000, les surfaces de la végétation ont rapidement augmenté.

La diminution des surfaces des rizières et l'augmentation des tannes et sols nus (terres salées) peuvent s'expliquer avec les mêmes facteurs car ce sont les pertes des rizières pour la plupart qui sont devenues des tannes ou terres salées. Les facteurs explicatifs de ces changements sont l'évolution de la pluviométrie dans la zone, l'exode rural, le système agricole jadis pratiqué par les paysans Diolas et l'intrusion marine dans les eaux de la Casamance et plus particulièrement dans le Kamobeul bolong. Depuis l'avènement de la sécheresse dite des années 1970, la pluviométrie a connu une baisse drastique de ces quantités en Afrique Sub-saharienne. Cette baisse a entraîné la baisse en apport en eaux qui jadis alimentait le fleuve de la Casamance et de ses affluents en eau douce. Ce déficit va alors être comblé petit à petit par les eaux de mer qui vont pénétrer jusqu'à Diannah malary dans la région de Kolda. Le Kamobeul bolong étant un des affluents situés en aval de la Casamance va alors subir une intrusion marine totale de son lit. Ce qui va provoquer un début de salinisation des terres dans son bassin. Ce processus va continuer à progresser et à gagner plus de surfaces dans ce bassin durant des décennies. Ainsi entre 1985 et 2000, les rizières ont diminué de 7,7%, soit 7032,97 ha de leur surface tandis que les surfaces des tannes et sols nus ont progressé de 5,6%, soit 5100,58 ha. Une observation plus poussée montre qu'entre 1985

et 2000, les surfaces de tannes et sols nus ont baissé avant de d'augmenter entre 2000 et 2015. Cela peut s'expliquer tout d'abord par le retour progressif de la pluie constaté dans les années 2000 et qui ont permis de faire un dessalement naturel de certaines surfaces qui ont pu être récupérer par les paysans. Ensuite, le phénomène s'est empiré au fil des années suite à l'abandon de beaucoup de rizières par les paysans dû au manque de mains d'œuvres causé par l'exode rural. Beaucoup de jeunes ne revenaient plus pour les travaux champêtres ou bien ils venaient tard surtout les étudiants qui pour la plupart ne viennent que vers la deuxième moitié du mois d'Août à cause des perturbations de l'année universitaire. Et cela a créé des retards dans les travaux des rizières avec comme conséquences des hectares non cultivés chaque année entraînant leur salinisation progressive faute de traitement. L'autre facteur est l'abandon des systèmes d'entretien des rizières. Auparavant, les paysans entretenaient les rizières en les séparant du marigot par des digues. Malheureusement ce travail ne se fait plus ou bien faiblement causant ainsi la pénétration des eaux salées des marigots dans les rizières. Cela provoque alors une salinisation progressive des terres soit par ruissellement ou par remontée capillaire (Sagna, 2019). Ces deux phénomènes (exode rurale et abandon des systèmes agricoles anciens) sont les facteurs explicatifs actuels de la perte des terres rizicoles en Casamance et plus particulièrement dans le sous-bassin versant du Kamobeul bolong (Sagna, 2025).

La baisse des surfaces de mangrove aussi s'explique par la baisse de la pluviométrie qui a occasionné l'intrusion marine et avec des eaux qui ont un taux de salinité très élevé. Mais aussi la baisse des quantités d'eau dans le bassin qui ont régressé de 1,9% et qui ne parvenait plus à drainer certains espaces occupés par des mangroves comme l'Est du bassin (Planche 1)

Planche 1: Synthèse des cartes diachroniques de l'occupation du sol et de leur superficie du sous-bassin versant du Kamobeul bolong de 1985 à 2015



D'une manière générale, l'occupation du sol à travers les différentes unités cartographiées entre 1985 et 2015 a montré une évolution variable et différente en fonction de ces unités. Ainsi certaines unités comme la végétation et les terres salées ont vu leur superficie augmenter tandis que d'autres comme les rizières, la mangrove les zones de culture de plateau ont vu leur superficie baisser. Ces évolutions sont dues à plusieurs facteurs dont le principal est la sécheresse des années 1970 avec ses multiples conséquences dont la plus remarquable est la baisse de la pluviométrie qui a favorisé l'intrusion marine et donc déclenché le processus de la salinisation des terres en Casamance plus particulièrement dans le sous-bassin du Kamobeul bolong.

2.3.Évolution des tannes et sols nus (terres salées)

L'occupation du sol de 1985 à 2015 a permis de dégager la surface des différentes unités d'occupation du sol. Ainsi cela a permis de voir l'évolution des terres salées dans cet intervalle. Les terres salées correspondantes aux tannes et sols nus ont connu une évolution progressive en fonction de la surface du bassin (tableau 5).

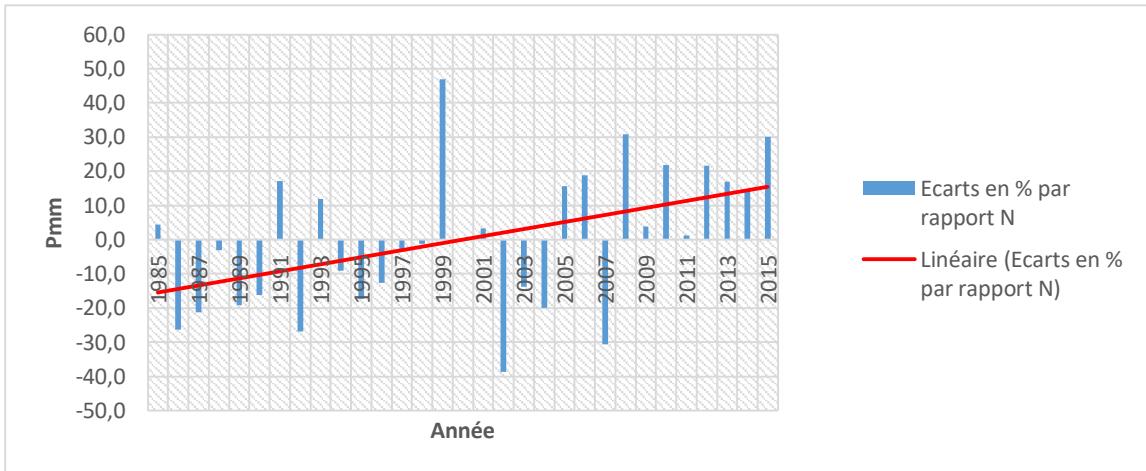
Tableau 5 : Superficie des terres salées entre 1985 et 2015.

Année	Superficies ha	Superficies en %
1985	13572,24	14,88
2000	13075	15,5
2015	18672,82	22,15

Source : ArcGIS, Cartographie des unités, 2022

Ce tableau montre une évolution progressive entre 1985 et 2015. Les superficies en ha montre qu'entre 1985 et 2015 les terres salées ont augmenté de 5100 ha. Cette évolution n'est pas homogène car on constate qu'en 2000 la superficie a baissé de 497 ha de la surface du bassin. Cette baisse est liée au retour progressif de la pluviométrie dans les années 2000 en Casamance. L'analyse de l'évolution de la pluviométrie dans la station de Ziguinchor, où se notre zone d'étude, montre une évolution moyenne annuelle progressive mais irrégulière entre 1985 et 2015 (figure 2).

Figure 2 : Evolution annuelle moyenne de la pluviométrie dans la station de Ziguinchor

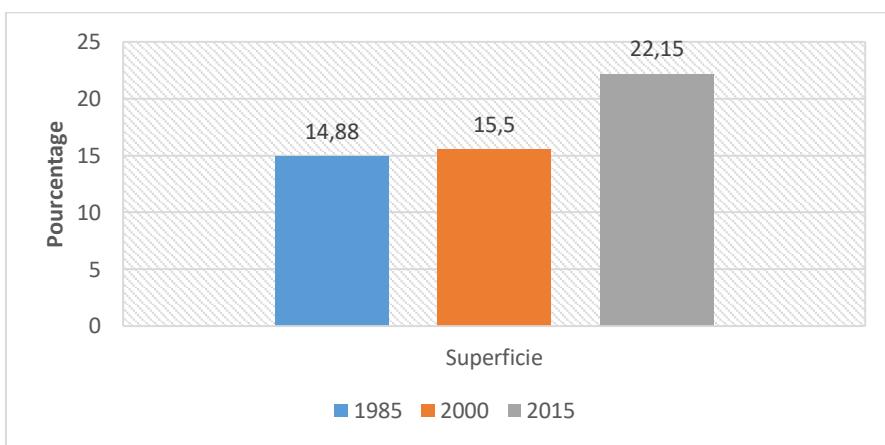


Source : Agence Nationale de l'Aviation Civile et Maritime (ANACIM, Sénégal), 2022

Une observation de la figure montre une évolution progressive à travers la courbe de tendance qui est progressivement ascendante. Cela signifie que dans cette série étudiée et qui consiste à notre période d'étude, la pluviométrie du bassin versant du Kamobeul bolong de la Casamance en général, a une tendance évolutive (figure 2). Ce justifie un retour de la pluviométrie qui jadis avait subi une baisse drastique avec l'avènement de la sécheresse survenue en Afrique sub-sahélienne dans les années 1970.

Cependant si on se fie à l'évolution des terres salées en pourcentage par rapport à la surface totale du bassin on constate que cette évolution est croissante (Figure 3).

Figure 3 : Evolution des terres salées dans le bassin de Kamobeul bolong en pourcentage entre 1985 à 2015



Source : ArcGIS, Cartographie des unités, 2022

Malgré le retour constaté de la pluviométrie qui a occasionnée une récupération naturelle de certaine surface de terres salées, l'augmentation de ses dernières a continué à cause de l'abandon des pratiques agricoles anciennes qui jouaient un rôle

très important dans la limitation des écoulements surfaciques des eaux salées du bolong (photo 1).

Photo 1 : Rizières abandonnées à Eloubaline



Source : Auteurs, 2024

Ainsi, les surfaces des terres salées vont alors connaître une hausse considérable et impacter négativement sur les terres rizicoles ainsi que leur rendement.

2.1. Régression des rizières

La riziculture constitue la première culture vivrière en basse Casamance. Depuis des décennies cette culture reste saisonnière car dépendante directement de la pluie. Ainsi son développement a connu beaucoup de difficultés lors de la sécheresse des années 1970. Ces difficultés sont principalement liées à la réduction des surfaces rizicoles (Rizières et champs) (Photo 2).

Photo 2 : Rizières abandonnées à Niambalng



Source : Auteurs, 2024

La réduction des rizières est due principalement à la baisse de la pluviométrie qui a entraîné une évolution des surfaces salées dont la plupart sont les rizières qui se trouvent dans les bas-fonds près des cours d'eau. Entre 1985 et 2015, les surfaces des rizières passent de 22 661 ha (1985) à 15 628 ha (2015), soit une perte de 7 032 ha, 7,7% de la surface totale du bassin (tableau 6)

Tableau 6 : Evolution des surfaces des rizières entre 1985 à 2015 dans le sous-bassin versant du Kamobeul bolong

Année	1985	2000	2015
Superficies ha	22661,33	19456,33	15628,36
Superficies en %	24,84	23,06	18,54

Source : ArcGIS, Cartographie des unités, 2022

La cartographie de l'occupation du sol a montré une régression progressive des surfaces rizicoles. Ces pertes sont fortement corrélées à la progression des terres salées et de la végétation. Cette dernière a occupé beaucoup de surfaces rizicoles abandonnées à cause du manque de main d'œuvre orchestrée par l'exode rurale. Cela se ressent même sur l'évolution de ces surfaces rizicoles qui entre 2000 et 2015 ont drastiquement régressé malgré le retour progressif de la pluie occasionnant ainsi un lessivage naturel des sols. Cette baisse est estimée à 1,78% entre 1985 et 2000 et 4,52% entre 2000 et 2015 (Tableau 6). Ceci montre que la salinisation des terres n'est pas la seule cause de la perte des rizières mais le manque de main d'œuvre y joue un rôle important.

2.2. Corrélations spatiales

La corrélation spatiale désigne le degré de similitude ou de dépendance entre des phénomènes localisés dans l'espace. Autrement dit, elle mesure dans quelle mesure les valeurs observées d'une variable en un lieu sont similaires à celles observées dans les lieux voisins. Cette technique nous a permis de faire une superposition des couches pour voir les différents changements spatiaux entre 1985 et 2015. Ainsi, cette superposition des couches SIG montre une corrélation spatiale forte entre les zones de baisse du NDVI et l'expansion des tannes. C'est-à-dire plus le NDVI est faible plus nous avons la présence de tannes montrant ainsi les zones d'expansion des terres salées. Ainsi les résultats de cette superposition montrent que les zones les plus affectées sont souvent localisées à proximité du bolong et de ses affluents. On peut citer l'exemple des localités telles que Sélécky, Eloubaline, Kalèane, Djiramaït et Niambalang dont les champs sont situés en bordure du Kamobeul bolong. Ces localités ont, selon les résultats de la cartographie, perdu beaucoup de surfaces rizicoles dû à la salinisation à travers une avancée des tannes au niveau de ces rizières. L'observation directe montre une salinisation par le processus de ruissellement à cause de l'absence des méthodes de lutte contre ce processus.

3. Discussion des résultats

Les résultats obtenus montrent une transformation majeure du paysage du sous-bassin du Kamobeul bolong entre 1985 et 2015. L'analyse diachronique met en évidence une progression nette des terres salées (+ 5 100 ha) et une régression marquée des rizières (- 7 032 ha), traduisant un processus de dégradation environnementale accélérée. Ces résultats rejoignent les tendances observées dans d'autres zones côtières du Sénégal, notamment dans les estuaires du Saloum et de la Casamance, où la baisse de la pluviométrie, la remontée saline et la dégradation des infrastructures hydrauliques favorisent l'expansion des tannes et la diminution des surfaces agricoles productives (B. FAYE, 2019, p. 84; S. THIAM et al., 2021).

Cette évolution s'explique par la combinaison de facteurs hydro-climatiques et anthropiques. Les fluctuations pluviométriques, la variabilité des régimes hydrologiques et la montée du niveau marin ont favorisé la remontée capillaire et l'accumulation des sels à la surface des sols. Dans le Kamobeul bolong, la topographie plane et la proximité des chenaux accentuent ces effets, tandis que l'abandon des digues anti-sel a facilité l'intrusion saline dans les bas-fonds. B. FAYE (2019, p. 81-90) montre, dans le nord de l'estuaire du Saloum, que la réduction des précipitations combinée à la dégradation des ouvrages de rétention constitue un moteur central de l'extension des terres salées. De leur côté, S. THIAM et al. (2021) établissent une corrélation directe entre la salinisation et la régression du couvert végétal dans les paysages côtiers sénégalais, ce que confirment les dynamiques observées dans le Kamobeul bolong. L'analyse du NDVI confirme cette tendance : les valeurs faibles (< 0,2) traduisent une forte dégradation de la végétation, coïncidant avec les zones les plus salées. Cette relation négative entre vigueur végétale et salinité du sol illustre la sensibilité des écosystèmes littoraux à la contrainte saline. H. M. ABOELSOUD et al. (2022, p. 10) montrent que les indices spectraux dérivés de la télédétection (indices de végétation et de salinité) permettent d'identifier avec précision les gradients de salinité et les niveaux de stress hydrique en milieu aride, ce qui valide l'approche adoptée dans cette étude.

La régression de la mangrove (- 3,7 %) constitue un indicateur écologique majeur. Elle traduit à la fois la hausse de la salinité interstitielle et la diminution du débit d'eau douce, comme l'ont également observé B. FAYE (2019, p. 87) dans le Saloum et S. MAZHAR et al. (2022, art. 909415) dans les zones côtières soumises à la montée du niveau marin. Cette perte de couverture végétale, conjuguée à la progression des tannes, entraîne une réduction des fonctions écologiques et des services environnementaux fournis par les écosystèmes de mangrove.

Les facteurs socio-économiques ont aussi joué un rôle déterminant. L'exode rural, la déprise agricole et la désorganisation des pratiques d'entretien collectif des digues ont accéléré l'expansion des zones salées, comme l'avaient déjà montré M. BARRY (1988) et P. MONTOROI (1996) en Basse-Casamance. Dans certaines zones, l'abandon des terres a toutefois permis une régénération ponctuelle du couvert végétal, phénomène similaire à celui observé dans d'autres contextes ouest-africains (B. FAYE, 2023 p. 12; H. SAMBOU et al. 2015, p. 376-377 ; J. ANDRIEU 2018, p. 318). Ces régénérations, bien que localisées, ne traduisent pas une amélioration écologique globale mais plutôt un déplacement de la pression anthropique.

Sur le plan méthodologique, les classifications supervisées issues des images Landsat TM, ETM+ et OLI présentent une fiabilité élevée, confirmée par des coefficients Kappa supérieurs à 0,80. Ces performances confirment la pertinence de la télédétection multi-temporelle pour l'analyse de la salinisation et des dynamiques d'occupation du sol. (YAHAZA et al. 2015, p. 5479-5481) insistent sur la nécessité de coupler ces approches à des observations de terrain pour garantir la précision des diagnostics environnementaux. Dans le contexte du Kamobeul bolong, cette intégration a permis d'obtenir une représentation cohérente des mutations spatio-temporelles sur trois décennies.

Les implications de ces résultats sont majeures pour la gestion des zones estuariennes. La télédétection constitue un outil stratégique d'aide à la décision pour la restauration des terres salées, la réhabilitation des digues et le reboisement des zones dégradées. B. FAYE et al. (2019, p. 85) ainsi que J. GEORGES (2023) soulignent que la maîtrise spatiale et temporelle des processus de salinisation est un préalable indispensable à la planification d'interventions durables. Dans cette perspective, la combinaison d'observations satellitaires et de suivis locaux offre une base solide pour orienter les politiques de résilience et de gestion intégrée des territoires littoraux sénégalais.

Conclusion

L'analyse diachronique des images Landsat a permis de quantifier avec précision la dynamique des terres salées dans le sous-bassin du Kamobeul bolong entre 1985 et 2015. Les résultats montrent une forte progression des tannes et des sols nus, parallèlement à une régression des rizières et de la mangrove. Cette évolution traduit la combinaison d'une variabilité climatique marquée, d'une remontée saline accrue et d'un relâchement du contrôle hydraulique local. L'approche par télédétection, validée par des coefficients Kappa élevés, s'est révélée efficace pour caractériser les mutations spatio-temporelles du milieu estuaire. Elle confirme la corrélation entre la salinité des sols et la dégradation du couvert végétal. Ces transformations, observées dans le Kamobeul bolong, s'inscrivent dans une tendance régionale de dégradation des terres

littorales sénégalaises. La persistance de ces dynamiques appelle des mesures intégrées de restauration : réhabilitation des digues, reboisement des zones salées, suivi participatif et valorisation des savoirs locaux. Le recours régulier à la télédétection et aux données géospatiales doit accompagner ces actions afin de renforcer la résilience écologique et agricole du territoire.

Références bibliographiques

ABOELSoud Hesham M., ABDELRAHMAN Mohamed. A. E., KHEIR Ahmed. M. S., EID Mona. S. M., AMMAR K. halil A., KHALIFA Tamer. H. & SCOPA Antonio., 2022, « Quantitative estimation of saline-soil amelioration using remote-sensing indices in arid land for better management », *Land*, 11(7), art. 1041. <https://doi.org/10.3390/land11071041>.

ANDRIEU Julien, 2018, « Land cover changes on the West-African coastline from the Saloum Delta (Senegal) to Rio Geba (Guinea-Bissau) between 1979 and 2015 », p. 314-325

BARRY Mamadou, 1988, *La salinisation des terres rizicoles en Basse-Casamance : causes et conséquences*, Dakar : ORSTOM, 88 p. FAYE Awa Ndeye, 2019, « Évolution de la salinisation des sols et adaptation paysanne en Casamance », *VertigO - Revue Electronique en Sciences de l'Environnement*, 19(1), p. 61-75. <https://doi.org/10.4000/vertigo.26012>

FAYE Babacar, 2023, « Spatial Dynamics in Tenghory Commune (Bignona) and Their Effects on Vegetation », Open Access Library Journal Spatial Dynamics in Tenghory Commune (Bignona) and Their Effects on Vegetation Babacar Faye 2023, Volume 10, e10414, DOI: 10.4236/oalib.1110414 p. 1-23.

FAYE Bineta, 2019, « Évolution des terres salées dans le nord de l'estuaire du Saloum (Sénégal) : cartographie et dynamique 1973-2014 », *Geomorphologie : Relief, Processus, Environnements*, 25(2), p. 81-90. <https://journals.openedition.org/geomorphologie/13125>

GEORGES Josephine, 2023, *Land Degradation in West Africa*, TERRI4SOL / Global Land Tool Network, rapport, PDF en ligne. https://www.terri4sol.org/content/download/4620/35068/version/1/file/JosephineGeorges_finalise.pdf

MAZHAR Sobia, PELLEGRINI Elena, CONTIN Marco, BRAVO Claudia & DE NOBILI Michele, 2022, « Impacts of salinization caused by sea-level rise on the

biological processes of coastal soils - A review », *Frontiers in Environmental Science*, 10, art. 909415. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.909415>.

MONTOROI Paul, 1996, *Hydrologie et salinité des sols en Basse-Casamance (Sénégal)*, Paris : ORSTOM, 213 p.

SAMBOU Hyacinthe, DIAW Amadou Tahirou. Diaw, BODIAN Ansoumana, SANE Tidiane, SAMBOU Bienvenu, TRAORE Vieux Boukhaly, 2015. Remote sensing mapping of the rice fields and vegetal cover in the sub-watershed of Ebinkine (Lower Casamance, Senegal), [Wulfenia](#)

SAGNA Ambroise, 2025, Évolution des terres salées et ses conséquences environnementales dans le sous-bassin du Kamobeul bolong de 1985 à 2015, Mémoire de Master, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 82 p.

SAGNA Ambroise, 2025, Dynamique des écoulements dans le Kamobeul bolong (Basse casamance) et impacts environnementaux et socio-economiques, Mémoire de Master, Université Assane SECK de Ziguinchor, 100 p

THIAM Sophie, VILLAMOR Grace B., FAYE Laurice C., SÈNE Jean Henri B., DIWEDIGA Badabate & KYEI-BAFFOUR Nicholas, 2021, « Monitoring land use and soil salinity changes in coastal landscape : a case study from Senegal », *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(5), art. 259. <https://doi.org/10.1007/s10661-021-08958-7>.

YAHAYA Z. Ibrahim, HEIKO Balzter , JÖRG Kaduk & COMPTON J. Tucker, 2015, « Land Degradation Assessment Using Residual Trend Analysis of GIMMS NDVI3g, Soil Moisture and Rainfall in Sub-Saharan West Africa from 1982 to 2012 », *Remote Sens.* 2015, 7, 5471-5494; doi:10.3390/rs70505471, p. 5471- 5494

YEBOUÉ T. Kouassi, 2017, « Dynamiques paysagères et vulnérabilité environnementale dans la savane ivoirienne », *Revue Ivoirienne de Géographie des Savanes*, 12(1), p. 15-28.