

DEGRADATION CHIMIQUE DES TERRAINS AGRICILES DU BASSIN VERSANT DE SOUNGROUGROU (MOYENNE CASAMANCE, SENEGAL)

Cheikh Ahmed Tidiane FAYE¹

*¹ Maitre-assistant, Géomorphologie, Département de Géographie, FLSH
Université Cheikh Anta Diop Dakar
cheikhat.fay@ucad.edu.sn*

Mar GAYE²

*¹ Doctorant, Ecole Doctorale Eau Qualité et Usage de l'Eau, Laboratoire LEIDI
Université Cheikh Anta Diop de Dakar
mar.gaye91@gmail.com*

Alia Diéne FAYE³

*¹ Maître en Géomorphologie, Département de Géographie
Université Cheikh Anta Diop de de Dakar
dienealia01@gmail.com*

Résumé :

La faiblesse topographique du bassin versant de la Casamance et les sécheresses répétitives de ces dernières décennies ont fortement affecté le bassin versant de Soungrougrou et son écosystème. Elles occasionnent une remontée saisonnière des eaux marines dans le cours principal de la Casamance. Ainsi, ces eaux salées, remontant à plus de 200 km de l'embouchure du fleuve, affectent, son principal affluent, le Soungrougrou. L'objectif de la présente contribution est d'étudier la dégradation des conditions environnementales et des propriétés chimiques des sols du bassin versant de Soungrougrou. La méthodologie utilisée repose sur une cartographie diachronique de la variation spatio-temporelle des unités d'occupation du sol et de paramètres chimiques (pH, CE) des échantillons de sols prélevés. Les résultats obtenus témoignent d'une augmentation progressive des sols nus et des espaces agricoles au détriment de la mangrove et de la couverture végétale. Cette dernière d'une superficie de 261 789 ha en 1988 occupe 21 141 ha en 2021. Par contre, celle des sols nus évolue progressivement en passant de 106 588 ha en 1988 à 260 963 ha en 2021. Les sols sont généralement acides avec un pH compris entre 7,9 et 3,4 sur l'ensemble des échantillons. Tan dis que la salinité augmente selon un gradient : zones de culture vers les tannes et les

¹ Maitre-assistant, Géomorphologie, Département de Géographie, FLSH, Université Cheikh Anta Diop Dakar, cheikhat.fay@ucad.edu.sn

² Doctorant, Ecole Doctorale Eau Qualité et Usage de l'Eau, Laboratoire LEIDI, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, mar.gaye91@gmail.com

³ Maître en Géomorphologie, Département de Géographie, Université Cheikh Anta Diop de de Dakar, dienealia01@gmail.com

berges de l'affluent avec des valeurs de conductivité de $551 \mu\text{s}/\text{cm}^{-1}$ sur la rizière du site de Bona contre $30\,400 \mu\text{s}/\text{cm}^{-1}$ sur la tanne.

Mots clés : salinisation, acidification, carte diachronique, bassin versant, Soungrougrou

Abstract:

The topographical weakness of the Casamance watershed and the repetitive droughts of recent decades have strongly affected the Soungrougrou watershed and its ecosystem. This has led to a seasonal rise in seawater in the Casamance's main course. It affects its main affluent the Soungrougrou, while rising 200 km from the river mouth. We aim to study the environmental degradation and soil chemical properties in the Soungrougrou watershed. Our methodology is based on diachronic mapping of spatio-temporal variation in land-use units and chemical parameters (pH, EC) of soil samples. Our results show a gradual increase in null soils and agricultural areas, to the detriment of mangroves and plant cover. The latter, with an area of 261,789 ha in 1988, will occupy 21,141 ha in 2021. Bare soil, on the other hand, will gradually increase from 106,588 ha in 1988 to 260,963 ha in 2021. Soils are generally acidic, with pH ranging from 7.9 to 3.4 in all samples. Tan disk salinity increases along a gradient: cultivated areas towards the tannes and tributary banks, with conductivity values of $551 \mu\text{s}/\text{cm}^{-1}$ on the rice field at the Bona site versus $30,400 \mu\text{s}/\text{cm}^{-1}$ on the tanne.

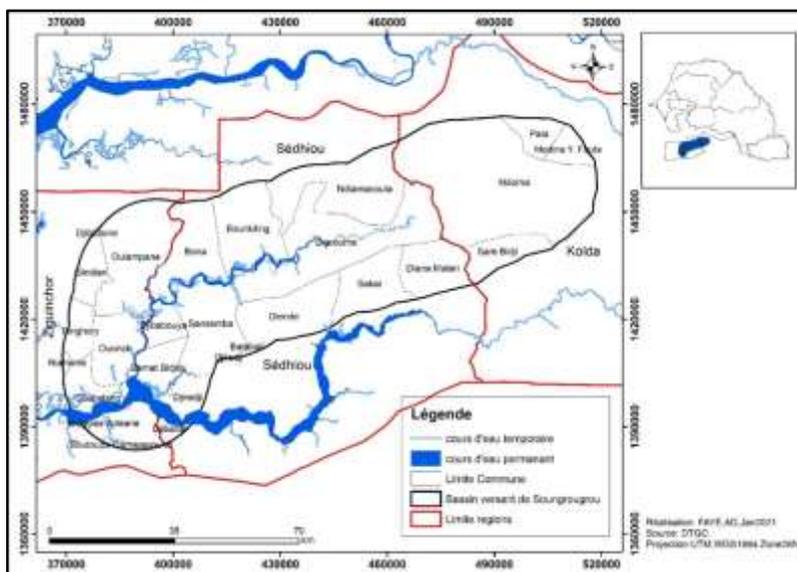
Keywords: salinization, acidification, diachronic map, watershed, Soungrougrou

Introduction

La dégradation des sols a atteint de niveaux actuellement inquiétant à l'échelle planétaire. ELD, (2015 : 14) en s'appuyant sur l'UNCCD (2012) souligne que près du quart (24%) de la terre est devenue dégradé, ce qui a affecté 1500 millions de personnes. La perte des terres arables se déroule à un taux 30 à 35 fois supérieur au taux historique (2011) dont 78 % des sols dégradés se retrouvent dans des zones non-arides. Au Sénégal, l'estimation des superficies des terres sous l'emprise du processus de salinisation varie de 925 000ha dont 625 000 sévèrement affectés à 1 700 000ha, (Fall, 2006), (CSE, 2003) in Cissokho 2015 : 14). Le domaine fluviomarin de la Casamance (400 000 ha) est également affecté par les processus de salinisation. Avec un régime hydrologique déficitaire et une faiblesse des pentes, Le fleuve Casamance fonctionne actuellement comme une ria, dont les chenaux pluri-formes (ramifications) sont bi quotidiennement envahit par la marée. L'onde de la marée remonte dans le fleuve Casamance jusqu'à plus de 200 km de son embouchure (Brunet-Moret, 1970 : 3) affectant ainsi ses affluents comme le Soungrougrou (caractère inverse de l'estuaire). Le Soungrougrou, principal affluent de la Casamance, est particulièrement

touché par ce phénomène de salinisation qui affecte plusieurs hectares de terres agricoles. Les processus de salinisation notés dans le bassin versant de Soungrougrou entraînent également une extension des tannes et la dégradation continue des écosystèmes environnementaux. Son bassin versant, objet de cette recherche appartient à la région naturelle de la moyenne et de la haute Casamance. Il couvre une superficie de 4 700 Km² (carte 1). Cette contribution étudie les processus de dégradation des conditions environnementales et des propriétés chimiques des sols du bassin versant de Soungrougrou.

Carte 1 : Localisation du bassin versant de Soungrougrou



1. Méthodologie

La démarche utilisée s'appuie, sur une revue documentaire, un suivi diachronique de l'évolution de l'occupation spatiale du bassin versant et une exploitation des données de terrains par des mesures acido-basique et des taux de salinité des formations pédologiques du bassin versant de Soungrougrou

1.1. L'étude diachronique de l'occupation des sols dans le bassin versant de Soungrougrou

Les images satellitaires Landsat utilisées (Tableau 1) dans cette contribution sont fournies par les capteurs TM (Thematic Mapper), ETM + (Enhanced Thematic Mapper Plus) et OLI (Operational Land Imager). Les instruments embarqués sur les satellites Landsat permettent de capturer plusieurs millions d'images dans plusieurs longueurs d'onde (lumière visible, panchromatique, infrarouge) avec une résolution spatiale comprise entre 15 et 120 mètres. Celles-ci constituent des ressources uniques pour l'étude des changements climatiques, l'utilisation des sols, la cartographie, la gestion de l'habitat ; ainsi que pour de nombreuses autres applications dans les domaines de l'agriculture, la géologie, la sylviculture, l'éducation, etc. Ces séries d'images ont été prises en les mois de Janvier (saison sèche), période de l'année où la probabilité d'acquérir des images nettes et contrastées est la plus élevée. Elles se caractérisent par une couverture nuageuse quasi-nulle. Elles sont gratuitement téléchargeables sur le site de l'USGS (<http://earthexplorer.usgs.gov/>). Leur résolution est de 30m.

Tableau 1. Caractéristiques des images Landsat utilisées

Satellite	Série	Capteur	Date d'acquisition	Résolution spatiale
Landsat	L5	ETM+	01/01/1988	30 m
Landsat	L5	ETM+	01/01/1994	
Landsat	L7	ETM+	01/01/2007	
Landsat	L8	OLI_TIRS	01/01/2021	

- La composition colorée des bandes

Le principe consiste à affecter trois couleurs primaires (rouge, vert, bleu) aux trois bandes spectrales de l'image. En fonction de simuler les trois couleurs, soit une composition colorée en vraie couleur, soit une composition colorée dite infrarouge fausse couleur. Cependant, si l'image compte plus de trois bandes spectrales, ce qui est le cas pour l'image satellitaires Landsat TM qui acquièrent sept images de manière synchronique dans sept longueurs d'onde différentes, on réalise une

composition colorée différente des combinaisons standards comme la vraie couleur (321) ou la fausse couleur (432). Tout dépend de ce que nous voulons étudier. Dans cette étude qui porte sur la salinisation des terres, la composition colorée qui semble la mieux adapté est (543). Ainsi la bande 5 correspond au rouge, la bande 4 au vert et la bande 3 au bleu.

Tableau 2 : Grille d'identification et d'interprétation des principaux types d'unités

Image	Couleur/domaine spectrale (μm)			Types d'unité			
	Landsat TM	0,4-0,5 (Rouge)	0,5-0,6 (Vert)	0,6-0,7 Bleu	Cours d'eau	Végétation	Zone de culture
Bande	5	4	3	Bleu	Vert (Végétation continentale) vert plus foncé (mangrove)	Saumon	Blanc

- Les classes thématiques

Les différentes unités rencontrées dans le milieu sont classé en cinq classes (végétation continental, végétation de mangrove, sol nu, zone de culture, eau). La végétation continentale renferme la forêt dense et la forêt claire semée. Les sols nus concernent les tannes nues, les tannes herbacées, les tannes arbustives. L'eau concerne les réseaux hydrographiques, les bolongs. Les zones culture regroupent les terres agricoles.

- La classification

La classification numérique des images est un processus de reconnaissance des informations spectrales contenues dans les valeurs d'une ou plusieurs bandes spectrales pour classifier chaque pixel individuellement. En télédétection, elle consiste à assigner un thème particulier (réseau hydrographique, mangrove, sol nu, zone de culture) à chacun des pixels de l'image. Il existe deux types de classifications

souvent utilisées en traitement d'image : la classification non supervisée et la classification supervisée. La dernière utilisant les règles maximums de vraisemblance est utilisée dans cette présente étude. Ainsi nous avons identifié des échantillons assez homogènes. Ils sont représentatifs des différentes unités d'occupation du sol (Eau, sol nu, Zone de culture, Tanne). La sélection de ces informations est validée par les coordonnées géographiques de chaque unité, prises lors de notre visite du terrain.

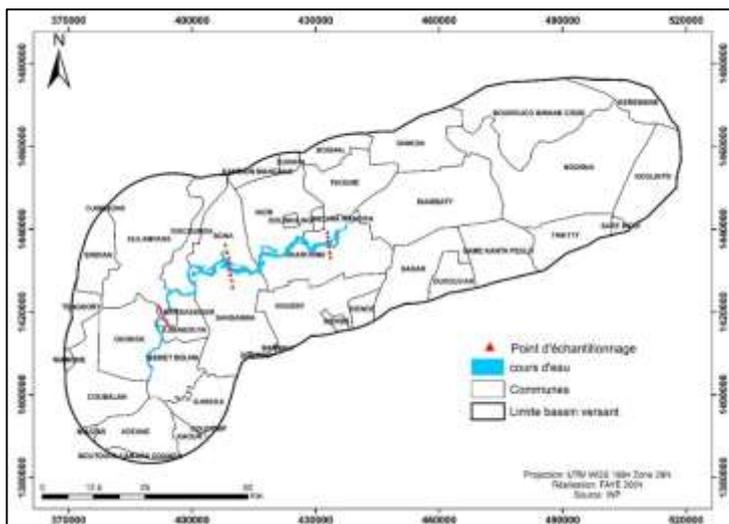
- **La validation de la classification**

La validation de la classification se fait par la détermination des matrices de confusions. La classification est accompagnée d'une matrice de confusion qui permet après une première série de classification d'affiner encore l'échantillonnage et les méthodes de classification utilisées. La matrice de confusion présente un tableau croisé des 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). Une matrice de confusion se lit selon la diagonale thème/thème. 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%, nous estimons que la classification n'est pas bonne.

1.2. Le prélèvement des échantillons

L'échantillonnage s'est fait selon des transects de part et d'autre de la rivière. Ainsi nous avons fait des prélèvements sur deux horizons (0-20 et 20-40 cm) pendant la saison sèche au mois de mai. Dans chaque transect nous avons prélevé 9 échantillons de (0-20 et 20-40 cm). Au total, 45 échantillons de sédiments ont été prélevés dans 5 communes du bassin versant. Les échantillons ainsi prélevés en surface et en profondeur et sur le gradient amont aval du cours d'eau permet d'apercevoir la répartition verticale et horizontale des niveaux acido-basiques et des taux de salinité des formations pédologiques du bassin versant.

Carte 2 : Localisation des points d'échantillonnage



1.2.1. Protocole de détermination des paramètres chimiques au laboratoire

Les échantillons ainsi collectés ont été analysés au laboratoire de l'INP (Institut National de Pédologie) afin de ressortir ces paramètres : pH et CE.

- Dosage de la conductivité électrique

La conductivité électrique d'une solution du sol est un indicateur des indices des teneurs en sels solubles dans ce sol. Elle exprime approximativement la concentration des solutés ionisables, GAYE (2023 : 32). La mesure de la conductivité électrique se fait avec un conductimètre muni d'une électrode. Un sol est considéré comme salé si dans un de ses horizons situés à une profondeur inférieure à 60 cm, la conductivité électrique de l'extrait 1/10. 200ml d'eau distillée y sont ajoutés. La suspension est agitée pendant 30mn à l'agitateur électrique. Après étalonnage du conductimètre avec des solutions d'étalons 1413 μ S/cm et 12,88 μ S/cm, l'électrode déjà essuyé avec du papier

absorbant, est introduite avec précaution, dans la suspension et le CE se lit après la stabilisation de l'appareil durant quelques minutes. L'interprétation des valeurs de CE obtenus est faite suivant les normes du tableau 3.

Tableau 3 : Normes d'estimation de la CE

Degré de salinité	Non salin	Légère ment salin	Salin	Très salin	Extrêmement salin
CE 1/10 (en $\mu\text{S.cm}^{-1}$)	250	250 – 500	500 – 1000	1000 – 2000	>2000

Source : bureau pédologique du Sénégal (1992), in GAYE, (2023 : 32)

- Dosage du potentiel hydrogène (pH)

Le pH se mesure avec un pH-mètre muni d'une électrode. 20 g de sol sont tamisés avec un tamis de 2 mm et pesés dans un Becher de 100 ml selon le rapport de l'extrait 1/2,5. 50 ml d'eau distillée y sont ajoutés. La suspension est agitée pendant 1 heure à l'aide d'un agitateur électrique. Après étalonnage du pH-mètre avec les solutions d'étalons à pH7, à pH4 ou pH9, l'électrode, déjà essuyée avec du papier absorbant, est introduite avec précaution dans la suspension. Nous laissons la lecture se stabiliser durant quelques minutes. Dans la plupart des échantillons, la stabilisation se réalise à la première minute. Après la stabilisation, le pH se lit. Le tableau 4 illustre les normes d'interprétation des valeurs du pH.

Tableau 4 : Caractérisation du pH

Degré	Extrêmement acide	Très acide	Acide	Légèrement acide	Neutre	Légèrement alcalin	Alcalin	Très alcalin
pH	<4,0	4,0-4,9	5,0-5,4	5,5-6,4	6,5-7,5	7,6-8,4	8,5-9,4	>9,5

Source : ISRIC 93/05 (Juin)

2. Résultats

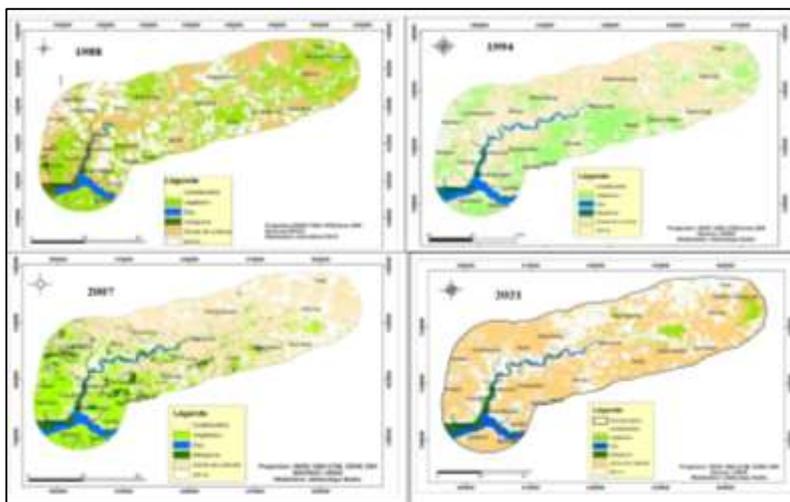
Les résultats issus de cette démarche ont montré que les impacts qui découlent du caractère inverse de l'estuaire de la basse Casamance seraient de nature diverse : variation spatio-temporelle des unités d'occupation du sol, variabilité spatiale des teneurs acido-basique et de la conductivité électrique des formations morpho-pédologiques du bassin versant du Soungrougrou.

2.1. Analyse des cartes diachroniques de l'évolution de l'occupation spatiale du BV

Les résultats de l'étude diachronique révèlent des changements spatiaux très rapides entre les années 1988, 1994, 2007 et 2021 et entre les unités paysagères (la végétation continentale, la mangrove, les sols nus et les zones de cultures). Ainsi, les superficies occupées par le couvert végétal décroissent passant de 265 789 ha en 1988, 212 842 ha en 1994, de 136587 ha en 2007 à 21 141 ha en 2021 soit un taux de recul de 1257% en 33 ans. La mangrove quant à elle, connaît une évolution progressive : de 1988 (30 464 ha) à 2007 (56 077ha) en passant par 1994 (35 437 ha). En effet, selon (Dieye, 2022 : 4) et (Bassene, 2013 : 5), la Casamance a connu un niveau de dégradation avancé de la mangrove suite aux épisodes de sécheresses des années 1970 et 1980, à la surexploitation des ressources et à la mise en place des aménagements hydro-agricoles et routiers. Cette dégradation a eu d'importantes conséquences environnementales et socioéconomiques. Dès lors, les populations, avec l'appui des partenaires au développement et des services techniques de l'État, ont entrepris des initiatives locales de restauration de leur écosystème de mangrove depuis le milieu des années 2000. Ces activités (sensibilisation, reboisement, protection de la mangrove) avaient pour principal objectif la réhabilitation de cet écosystème de mangrove aux riches potentialités écologiques et socioéconomiques, et ont permis aujourd'hui l'instauration d'une dynamique de sauvegarde fondée sur de nouveaux rapports avec leur environnement. Cependant, la diminution considérable notée entre 2007 (56 077ha) et 2021 (17 164 ha) serait due à la coupe illégale du bois de mangrove dans département d'Oussouye (Dièye, 2022 :10). Ce sont surtout les formations de Rhizophora, dont la hauteur et la valeur commerciale sont plus importantes, qui sont les plus touchées.

Les pressions anthropiques sur le couvert végétal et la mangrove à travers des phénomènes de défrichement et de coupe abusive de bois ont entraîné considérablement l'augmentation des sols nus et des zones de culture (rizières et cultures sous pluies et maraichage) dans le bassin versant du Soungrougrou. Par conséquent de 1988 à 2021, les superficies des sols nus évoluent de 106 588 ha en 1988 à 260 963 ha en 2021. La superficie des zones de culture augmente aussi continuellement en passant de 279 756 ha en 1988 à 390 933 ha en 2021, (figure 1).

Figure 1 : Evolution de l'occupation du sol du bassin versant de Soungrougrou entre 1988, 1997, 2007 et 2021



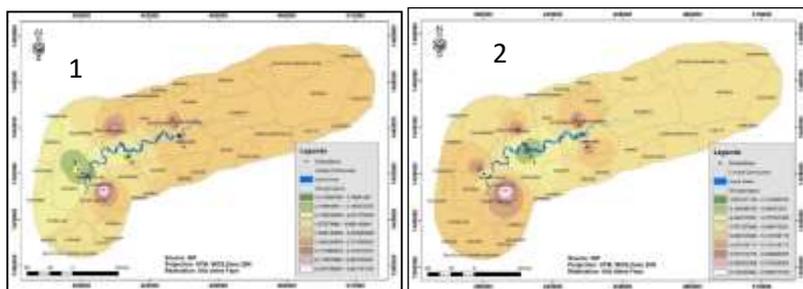
2.2. Résultats de la détermination de la nature des paramètres chimique des sols du bassin versant du Soungrougrou

La détermination de la conductivité électrique et du potentiel acido-basique des échantillons de sols récoltés dans le bassin versant du Soungrougrou sur les horizons 0-20 cm et 20-40 cm de profondeur ont révélé ces résultats ci-après :

2.2.1. L'analyse Du niveau acido-basique des formations pédologiques

Sur l'ensemble des secteurs échantillonnés, le degré d'acidité des sols augmente du plateau vers le cours d'eau et varie légèrement de la surface (horizon 0-20 cm) en profondeur (horizon 20-40).

Figure 2 : pH des échantillons de sol dans le bassin versant de Soungrougrou



Source : Résultats du Ph des échantillons sols au laboratoire ; 1) Horizon 0-20 cm, 2) horizon 20-40cm

A l'horizon (0-20cm), les formations morpho-pédologiques du bassin versant du Soungrougrou sont plus acides et particulièrement sur les berges et environs immédiats du cours d'eau que sur le plateau. Ainsi, on note un pH de 3,4 sur les berges et 6,8 sur le plateau (fig.2, 1). Cette situation découle du fait que le cours d'eau est le principal facteur de l'acidification du bassin versant de Soungrougrou. Avec une légère différence, la même situation s'observe aussi à l'horizon 20-40 cm.

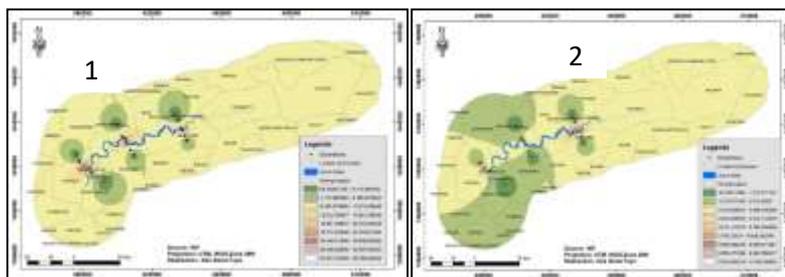
A l'horizon 20-40 cm, une baisse légère de l'acidité est constatée par rapport à l'horizon de surface. Mais, l'acidité est plus marquée aussi sur les environs immédiats du cours d'eau. La figure 2, 2) montre que le pH s'estime entre 4,4 et 3,8 sur les berges du Soungrougrou caractérisant ainsi des sols très acides. Par contre, sur les plateaux, le pH légèrement différent d'un secteur à l'autre s'estime entre 6,9 et 5,4. Ces valeurs situent les formations morpho-pédologiques dans les catégories des sols légèrement acides et neutres.

La détermination du potentiel acido-basique des formations morphopédologiques du bassin versant du Soungrougrou montre que les sols sont secoués par des processus d'acidification dans un contexte de salinisation accrue.

2.2.2. L'analyse de la conductivité (CE)

Dans le bassin versant de Soungrougrou, la salinisation affecte plusieurs terres de culture surtout ceux qui sont proche du réseau hydrographique. Les résultats de la détermination de la CE révèlent que les sols sont globalement salés le long du Soungrougrou. Pratiquement tous les échantillons sont confrontés à des degrés divers de salinité. La salinité dérive de l'inondation des terres par le cours d'eau contaminé par l'intrusion marine à travers les marées bi-quotidiennes. Les valeurs de la conductivité électrique plus élevées en surface varient de 27,3 à 36600 $\mu\text{s}/\text{cm}^{-1}$ pour l'horizon superficiel (0-20 cm) (fig.3, 1). Mais, les taux de salinité diminuent de plus en plus en s'éloignant du cours d'eau. Elle est également plus élevée sur l'amont que sur l'aval du cours d'eau. En effet, sur un gradient amont-aval, la CE s'estime sur les rizières à 11960 $\mu\text{s}/\text{cm}^{-1}$ à Diaroumé, ensuite à 5530 $\mu\text{s}/\text{cm}^{-1}$ à Bona et enfin, à 874 $\mu\text{s}/\text{cm}^{-1}$ à Marssassoum. Cette situation confirme ainsi le caractère inverse de l'estuaire du fleuve Casamance.

Figure 3 : Conductivité électrique des horizons dans le bassin versant de Soungrougrou



Source : Résultats de la CE des échantillons sols au laboratoire ; 1) Horizon 0-20 cm, 2) horizon 20-40cm

Avec une légère baisse par rapport à l'horizon superficiel de la surface à la profondeur, les résultats de la CE en horizon 20-40 cm montrent aussi que les taux de salinité des sols sont plus élevés aux abords du cours. En d'autres termes, ils augmentent du plateau vers les berges du Soungrougrou. Les taux de salinité ont tendance à augmenter de l'aval vers l'amont du bassin versant. Par exemple, au niveau des tannes la CE est de $36600 \mu\text{s}/\text{cm}^{-1}$, Bona au niveau des tannes $30400 \mu\text{s}/\text{cm}^{-1}$, Diaroumé tanne avec $28400 \mu\text{s}/\text{cm}^{-1}$, Sonko Kunda tanne $24400 \mu\text{s}/\text{cm}^{-1}$, Kandiadiou tanne $24300 \mu\text{s}/\text{cm}^{-1}$. Par contre à Marsassoum au niveau des zones de cultures ou la CE est de $27,3 \mu\text{s}/\text{cm}^{-1}$, dans les rizières de Ndiéba elle est de $76,4 \mu\text{s}/\text{cm}^{-1}$, (fig.3, 2).

Discussion

Les résultats issus de cette étude confirment le lien qui existe entre le recul de la pluviométrie, la dégradation des unités paysagères et la salinisation. A cet effet, les résultats obtenus sur l'acidité des sols restent en phase avec ceux obtenus par Biaye et al., (2021 :5) dans l'estuaire avec des valeurs de pH partout inférieures à 6. L'acidification des sols du Soungrougrou relève en effet de l'oxydation de la pyrite. Par contre, la comparaison de nos résultats sur la CE avec des valeurs comprises entre $27,3$ et $36\ 600 \mu\text{s}/\text{cm}^{-1}$ en surface avec ceux de Biaye et al., (2021 : 1) dont la CE est estimée à Mlomp entre $0,99$ et $10,1 \text{ mS}/\text{cm}$ confirme le caractère inverse de l'estuaire du fleuve Casamance. Les fortes valeurs de salinité observées sur la partie amont du bassin versant sont dues à l'intrusion marine. Cette situation engendre la dégradation progressive de l'agrosystème du bassin versant de Soungrougrou. Ce phénomène de dégradation des sols affecte également l'écologie dont la végétation a aussi régressé de $5\ 000 \text{ ha}$ durant ces deux dernières décennies. (Montoroi, 1994 :123).

Mais, les phénomènes d'acidification et de salinisation ne sont pas les seuls facteurs responsables de la dégradation des unités paysagères. Sané, (2017 : 197) toutes les formations forestières, mangrove comme végétation de terre ferme fragilisées par le déficit hydrique, ont de façon générale reculé sous la pression sans cesse croissante des activités de création de rente (développement de culture arachidière, exploitation de bois d'œuvre, anacardières).

Conclusion

Cette étude est une contribution à l'analyse de la dégradation environnementale et chimique des terres agricoles dans le bassin versant du Soungrougrou. Elle a permis d'analyser l'influence chimique des eaux estuariennes du fleuve Casamance sur l'agrosystème de son principal affluent le Sougrougrou. Les résultats du suivi diachronique abordant la variation spatio-temporelle des unités paysagères montrent la diminution progressive de la végétation continentale et des mangroves qui passent de 265789ha en 1988 à 21 141 ha en 2021 au profit des tannes et sols nus qui progressent 154455 ha entre 1988 et 2021. Cette situation relève des phénomènes d'acidification avec un pH maximal estimé à 6,8 et de salinisation dont la CE diminue des berges du cours d'eau vers le plateau, de l'amont en aval et de surface en profondeur avec une valeur maximale évaluée à 36600 $\mu\text{s}/\text{cm}^{-1}$ en cours dans le bassin versant de Sougrougrou. Plusieurs hectares de terres agricoles surtout rizicoles sont ainsi perdus et deviennent des tannes nues colonisées par le sel.

Références bibliographiques

- Badji Seydou.** (2017), *Le sud du Sénégal à l'heure de la culture irriguée de la banane : innovation agricole et dynamiques territoriales*, thèse de doctorat unique.
- Bassène Olivier Agnandoul et al.** (2022), *L'impact des changements démographiques et socio-économiques sur la perception et la gestion de la mangrove en Basse Casamance (Sénégal)*, <https://doi.org/10.4000/geocarrefour.9306> p. 299-315.
- Biaye Jean. Baptiste. et al.,** (2021), *salinisation-acidification des sols et riziculture dans la commune de Mlomp, Oussouye (basse Casamance, Sénégal)*, Revue Marocaine de Géomorphologie. N°6. (2022). PP. 60- 82. ISSN: 2508-9382 ددعلا 6 ئلجملا ئئبير عملا ايجولفر موبجلال. 2022 . (60- 82 . ISSN : 2508-9382 <http://revues.imist.ma/?journal=remageom> ,
- Brunet Moret,** (1970), *Etude des marées dans le fleuve Casamance* , Cahiers ORSTOM.Série Hydrologie, 1970, 7 (4), ISSN 0008-0381, p 3-18.
- FAO** (2016). Rapport en ligne sur la perte des terres rizicoles dans le monde, <https://www.fao.org/3/i6030f/i6030f>.

- ELD Initiative & UNEP** (2015), L'économie de la dégradation des terres en Afrique : les bénéfices de l'action l'emportent sur ses frais ; disponible sur www.eld-initiative.org
- FAO** (2016), *Rapport en ligne sur la perte des terres rizicoles dans le monde*, <https://www.fao.org/3/i6030f/i6030f>.
- Faty Abdoulaye** (2010), *Le bassin versant de Soungrougrou à Diaroumé : Hydrologie et aménagement*, mémoire de Master UCAD.
- Faye Bineta.** (2018), *Dynamique de la salinisation des terres de 1971 à 2010 et variabilité climatique dans le Nord de l'estuaire du Saloum (Sénégal)*, thèse de doctorat unique UCAD.
- Gaye Mar et al.,** (2023). Influence Physico-Chimique des Eaux d'Irrigation sur les Terrains Maraîchers des Niayes : Cas du Gandiolais. **European Scientific Journal, ESJ**, 19 (30), 26. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n30p26>
- Mballo et al.,** (2019), *Variabilité climatique et production vivrières en haute Casamance*, Espace géographique et société marocaine, 2019, Infrastructure et développement, 28-29, pp.161-178. <https://hal.science/hal-02432388v1>
- MBALLO et al.,** (2019), *Variabilité pluviométrique et sécurité alimentaire au Sénégal : Le cas de la Haute Casamance*, <https://research4agrinnovation.org/app/uploads/2020/02/variabilite-pluviometrique-et-insecurite-alimentaire-au.pdf>
- Montoroi Jean-Pierre.** (1993), *Les sols et l'agriculture dans le domaine Estuarien de Basse Casamance*, ORSTOM https://horizon.documentation.ird.fr/exldoc/pleins_textes/pleins_textes_6/b_fdi_33-34/38545.
- Sagna Pascal.** (2005), *Dynamique du climat et son évolution récente dans la partie ouest de l'Afrique occidentale*, thèse de doctorat d'Etat, FLSH, UCAD.
- Sané Tidiane,** (2017), *Vulnérabilité et adaptabilité des systèmes agraires à la variabilité climatique et aux changements sociaux en basse-Casamance*, thèses de doctorat unique, UCAD.