

Analyse de la dégradation physico-chimique des sols dans les Niayes de la Commune de Ndiébène Gandiol (Région de Saint-Louis, Sénégal)

Pape Thiaw, Dr en Géographie, spécialité Géomorphologie

Université Cheikh Anta Diop de Dakar,
Laboratoire LEIDI (Dynamique des Territoires et Développement),
Université Gaston Berger (UGB), Saint-Louis, Sénégal

Approved: 19 May 2026

Posted: 21 May 2026

Copyright 2026 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Thiaw, P. (2026). *Analyse de la dégradation physico-chimique des sols dans les Niayes de la Commune de Ndiébène Gandiol (Région de Saint-Louis, Sénégal)*. ESI Preprints.

<https://doi.org/10.19044/esipreprint.5.2026.p792>

Résumé

La zone des Niayes de Ndiébène Gandiol (Sénégal) est un écosystème à fort potentiel pour la sécurité alimentaire, mais fortement menacé. Cet écosystème subit des pressions anthropiques croissantes, qui incluent des pratiques agricoles intensives, une surexploitation des ressources et une pression démographique, exacerbées par des contraintes climatiques comme la sécheresse et l'avancée du désert. Cette étude vise à analyser la dégradation physico-chimique des sols liée aux pressions anthropiques et climatiques. Une méthodologie combinant échantillonnage *in situ* sur la couche arable (0-20 cm) et analyses de laboratoire standard a été employée pour évaluer les paramètres de fertilité. Les résultats révèlent une dégradation multifactorielle sévère, marquée par une baisse critique de la matière organique, une salinisation significative, une acidification et une déplétion des nutriments (N, P, K). L'étude conclut à une urgence d'intervention par la promotion de pratiques agroécologiques pour restaurer la santé des sols et assurer la durabilité de ce secteur de production maraichère.

Mots-clés : Dégradation des sols, Fertilité, Niayes, Salinisation, Agroécologie

Analysis of the Physicochemical Degradation of Soils in the Niayes of the Municipality of Ndiébène Gandiol (Saint-Louis Region, Senegal)

Pape Thiaw, PhD in Geography, Geomorphology

Cheikh Anta Diop University of Dakar, LEIDI Laboratory
(Territorial Dynamics and Development), UGB, Saint-Louis

Abstract

The Niayes of Ndiébène Gandiol (Senegal) is an ecosystem with high potential for food security, but one that is under serious threat. This ecosystem is subject to increasing anthropogenic pressures, including intensive agricultural practices, overexploitation of resources, and demographic pressure, exacerbated by climatic constraints such as drought and desertification. This study aims to analyze the physicochemical degradation of soils linked to anthropogenic and climatic pressures. A methodology combining in situ sampling of the topsoil (0-20 cm) and standard laboratory analyses was used to assess fertility parameters. The results reveal severe multifactorial degradation, marked by a critical decline in organic matter, significant salinization, acidification, and nutrient depletion (N, P, K). The study concludes that urgent action is needed to promote agroecological practices to restore soil health and ensure the sustainability of this vegetable production sector.

Keywords: Soil degradation, Fertility, Niayes, Salinization, Agroecology

Introduction

La zone des Niayes, s'étendant le long du littoral sénégalais de Dakar à Saint-Louis, constitue un écosystème unique caractérisé par des dépressions interdunaires où l'affleurement de la nappe phréatique permet une agriculture maraîchère intensive. Cet écosystème revêt une importance stratégique pour la sécurité alimentaire du Sénégal, fournissant plus de 60% de la production nationale de légumes et employant directement des milliers de personnes (ANSD, 2020, p. 45). La Commune de Ndiébène Gandiol, située dans la région de Saint-Louis, représente la limite nord de ce système écologique. Elle couvre une superficie d'environ 15 000 hectares où l'agriculture constitue la principale activité économique pour près de 80% de la population active (PDC de Ndiébène Gandiol, 2018, p. 12).

Cependant, cette zone fait face à des défis environnementaux croissants. Les études existantes, notamment celles de Tappan *et al.* (2004)

dans la revue "Arid Land Research and Management", ont documenté la dégradation générale des écosystèmes sahéliens, tandis que les travaux de Faye et *al.* (2015) dans "Geoderma" ont mis en évidence les processus de salinisation dans le delta du fleuve Sénégal. Néanmoins, une lacune persiste concernant l'évaluation intégrée et quantitative de la dégradation spécifique des sols dans le contexte particulier des Niayes septentrionales, où les pressions combinées de l'exploitation agricole intensive, de la variabilité climatique et de l'urbanisation croissante créent une situation particulièrement préoccupante.

La problématique centrale de cette recherche repose sur le constat que la durabilité de ce système de production est menacée par une dégradation accélérée des sols, dont les mécanismes, l'ampleur et les facteurs déterminants restent insuffisamment quantifiés. Cette étude vise donc à répondre à la question scientifique suivante : dans quelle mesure les sols des Niayes de Ndiébène Gandiol ont-ils subi une dégradation physico-chimique ?

La nouveauté de cette recherche réside dans son approche holistique combinant l'analyse de multiples indicateurs de dégradation (physiques, chimiques et biologiques) spécifiquement adaptés au contexte des Niayes, et dans son effort pour quantifier précisément le rôle relatif des différents facteurs de pression. L'intérêt général de cette étude est de fournir une base scientifique solide pour l'élaboration de stratégies de gestion durable des sols, contribuant ainsi à la préservation de la sécurité alimentaire et au développement socio-économique de la région.

Cette recherche repose sur une méthodologie qui associe des campagnes de terrain et des analyses en laboratoire pour évaluer l'état de dégradation des sols dans les Niayes de Ndiébène Gandiol. Un échantillonnage systématique a été réalisé sur 18 sites représentatifs, avec des prélèvements sur la couche arable (0-20 cm) suivant un protocole standardisé. Les analyses en laboratoire ont porté sur les paramètres physico-chimiques clés : pH, conductivité électrique (CE), carbone organique (C), azote total (N), phosphore assimilable (P), cations échangeables (Ca, Mg, Na, K) et capacité d'échange cationique (CEC).

Les résultats, organisés en quatre axes principaux, révèlent une dégradation préoccupante. L'analyse de la dégradation des propriétés physiques montre une variabilité texturale et structurale importante affectant la rétention hydrique. L'évaluation de la détérioration des paramètres chimiques met en évidence des pH généralement alcalins (7,1-8,2) sauf sur un site acide (GAND9 : 5,9), et des teneurs en matière organique critiques comme les échantillons GAND10 (0,02%), GAND5 (0,08%) et GAND18 (0,14%). L'étude du processus de salinisation révèle des conductivités électriques élevées (58-318 $\mu\text{S}/\text{cm}$) indiquant une salinisation préoccupante

sur plusieurs sites. Enfin, l'analyse de la déplétion de la fertilité montre des rapports C/N déséquilibrés, avec des valeurs particulièrement basses sur les sites GAND10 (1,47) et GAND5 (4,29). Les teneurs en phosphore assimilable (P) présentent une variabilité spatiale importante, allant de carences sévères (GAND14 : 1,16 ppm ; GAND2 : 2,99 ppm) à des teneurs élevées (GAND4 : 46,86 ppm ; GAND17 : 44,86 ppm ; GAND16 : 45,11 ppm). La capacité d'échange cationique (CEC) est généralement modeste à faible, les valeurs les plus basses étant enregistrées sur les sites GAND11 (6,65 meq/100g), GAND8 (8,01 meq/100g) et GAND4 (8,02 meq/100g), confirmant une baisse générale de la fertilité chimique des sols de la zone d'étude.

La Figure n° 1 localise la Commune de Ndiébène Gandiol, illustre sa position stratégique au sein du système des Niayes dans la région de Saint-Louis.

Méthodologie de recherche

La présente étude repose sur une méthodologie portant sur le prélèvement d'échantillons de sol sur le terrain et sur le traitement et l'analyse de ces échantillons au laboratoire.

L'échantillonnage

La stratégie d'échantillonnage a adopté un plan systématique avec prélèvements sur 18 sites représentatifs des différents modes d'utilisation des terres (parcelles cultivées, jachères, zones dégradées), géoréférencés à l'aide d'un GPS de précision (Garmin). Sur chaque site, des prélèvements d'échantillons composites ont été effectués sur la couche arable (0-20 cm). Le prélèvement est effectué dans la zone, suivant un plan transversal, à la proximité du littoral et le secteur continental dans les dunes jaunes et les dunes continentales. Cette couverture d'échantillonnage, avec au total 18 échantillons de sol permet d'identifier les influences possibles du biseau salé.



Figure 1 : Localisation de la zone d'étude

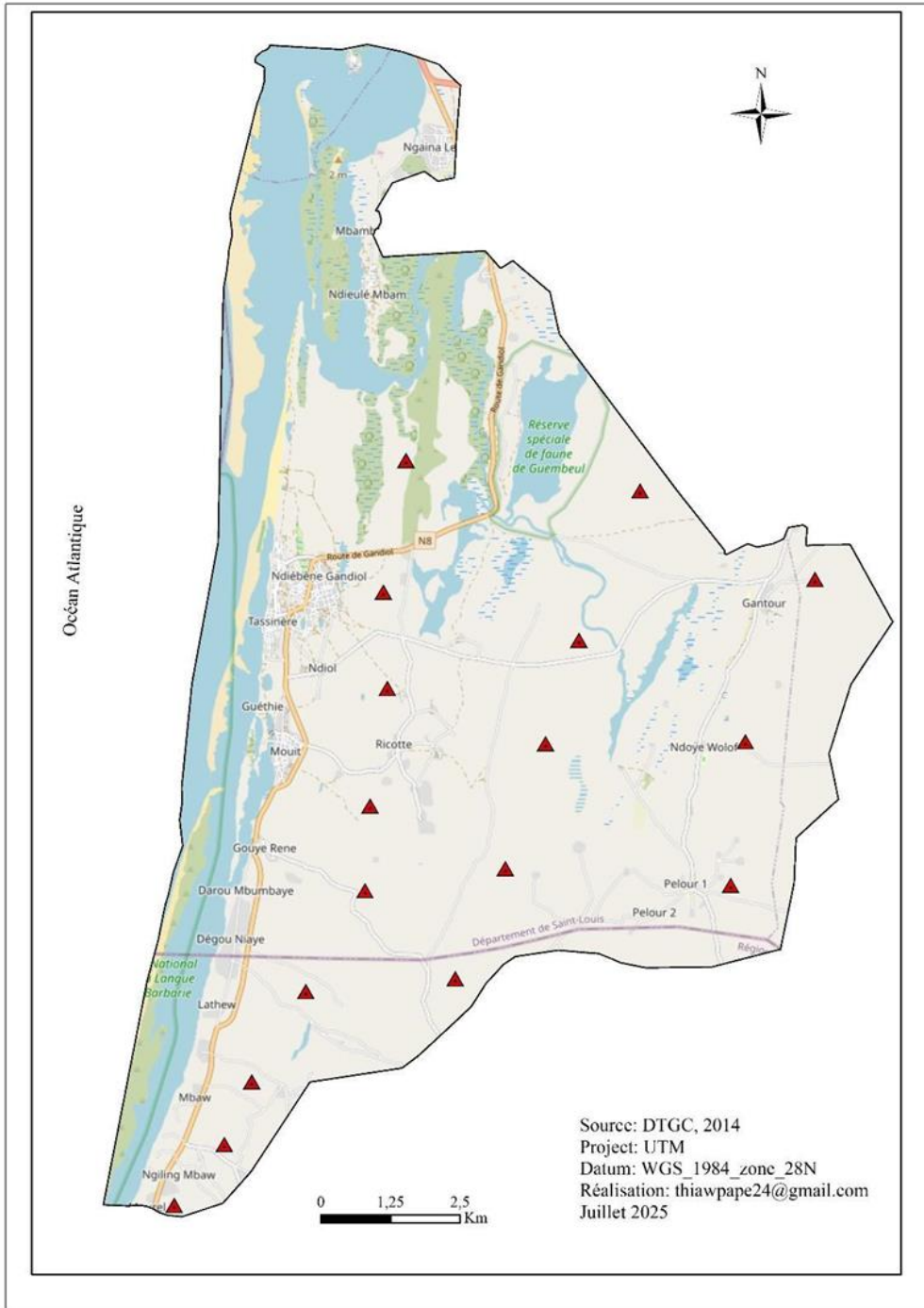


Figure 2: Cartographie des échantillons

Le traitement et l'analyse des échantillons

Le traitement et les analyses physico-chimiques ont été réalisés au laboratoire de l'Institut National de Pédologie de Dakar, suivant des méthodes conventionnelles.

Le traitement et l'analyse granulométrique

L'étude granulométrique concerne les différentes unités morphologiques. L'objectif est de voir, à partir de la composition granulométrique, si ces sédiments sont différents selon leur site de prélèvement, du point de vue de leur mode de transport. La granulométrie permettra ainsi de faire une caractérisation du sol en place en fonction de la texture et de déterminer leur incidence sur le maraichage. L'échelle de la taille des grains choisie est celle basée sur les études d'Udden (1914), Wentworth (1922) et de Friedman, Sanders (1978).

Tableau 1: Échelle de référence pour la granulométrie

Taille des grains en mm et μm	Udden (1914) et Wentworth (1922)	Friedman et Sanders (1978)	Traduction
2 à 1 mm	Very coarse sand	Very coarse sand	Sable très grossier
1 à 500 μm	Coarse sand	Coarse sand	Sable grossier
500 à 250 μm	Médium sand	Médium sand	Sable moyen
250 à 150 μm	Fine sand	Fine sand	Sable fin
150 à 63 μm	Very fine sand	Very fine sand	Sable très fin
63 à 2 μm	Silt	Silt	Limon
< 2 μm	Clay	Clay	Argile

Le traitement et l'analyse des paramètres chimiques des sols

Ces paramètres concernent d'abord, le pH dont la méthode d'analyse est réalisée à partir de suspension de sol avec un rapport sol/eau de 1/2,5. De ces suspensions, ils sont déterminés par la méthode électromécanique « électrode de verre ». On pèse 20g de sol dans un bêcher de 100 ml ; on ajoute 50 ml d'eau distillée. On agite énergiquement pendant 30 mn à l'aide de l'agitateur magnétique. Après l'étalonnage de l'appareil *pH METER GLP 21*, lire le pH.

Ensuite, concernant la conductivité électrique (CE), la méthode d'analyse est la suivante : 20 g de sol tamisés avec un tamis de 2 mm, sont pesés dans un Becher de 100 ml selon le rapport de l'extrait 1/10. 150 ml d'eau distillée sont ajoutés à la solution de pH. La suspension est agitée pendant 30mn à l'agitateur électrique. Après étalonnage du conductimètre, l'électrode déjà essuyée avec du papier absorbant, est introduite avec précaution dans la suspension et la CE se lit après la stabilisation de l'appareil *CONDUCTIMETER GLP 31* durant une ou deux minutes.

Puis, le niveau de saturation des sols en Carbone (C), Matière organique (MO) et Azote (N) a été analysé en utilisant l'échelle

d'interprétation du CIRAD et du GRET (2002). Le rapport C/N utilisé pour apprécier l'activité biologique du sol (Ramade, 2008) a été établi. La teneur des sols en Phosphore (P) assimilable, en bases échangeables [Calcium (Ca), Magnésium (Mg), Potassium (K) et Sodium (Na)] ainsi que la Capacité d'Echange Cationique (CEC.) et le Taux de saturation du sol (TS) ont été analysés à l'aide de l'échelle d'interprétation de Landon (1984).

Enfin, le traitement statistique des données a inclus des analyses descriptives et multivariées (ACP) réalisées avec le logiciel R version 4.2.1.

Des modélisations de régressions linéaires entre les variables qui ont des corrélations significatives ont été réalisées et celles ayant la plus grande valeur du coefficient de détermination (r^2) ont été retenues. Ce r^2 exprime la proportion centésimale qu'une ou des variable(s) déterminante(s) explique(nt) celle(s) dépendante(s). Des outils et des logiciels comme Excel et ArcGis nous ont servi également de traitement, d'analyse des données et ainsi qu'une visualisation spatiale des résultats. Cette approche méthodologique a permis d'obtenir un certain nombre de résultats.

Résultats

Les résultats de l'étude concernent principalement la composition physique (granulométrie, texture) et chimique (acidité, salinité, nutriments) des sols. La granulométrie a été classée en cinq types de sables, des plus gros aux plus fins : sables très grossiers (STG), grossiers (SG), moyens (SM), fins (SF) et très fins (STF).

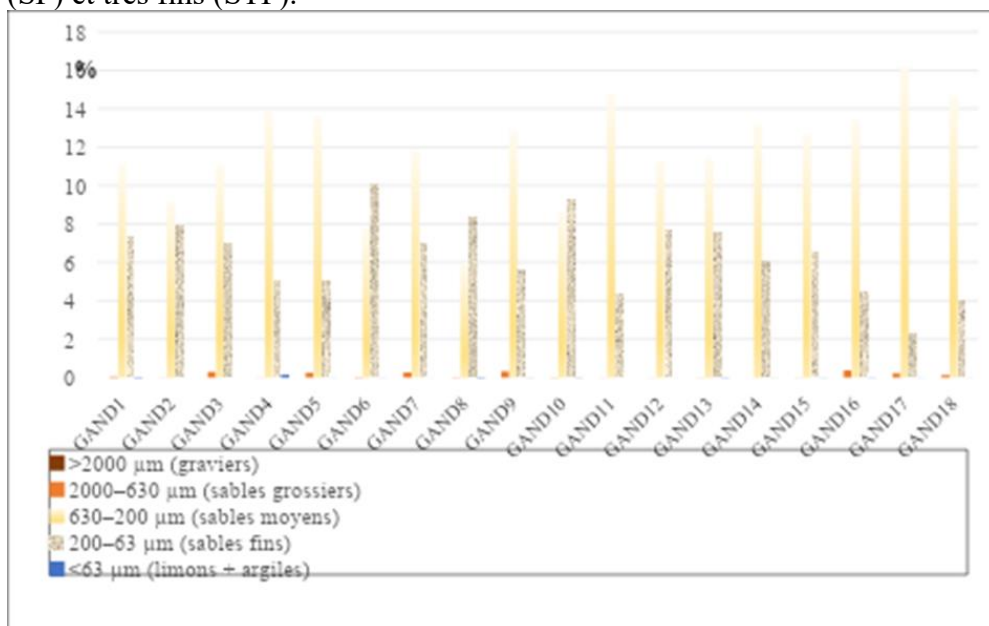


Figure 3: Distribution granulométrique des sols de la Commune de Ndiébène Gandiol

Les résultats, exprimés en pourcentage, sont répartis en cinq classes de tailles : les graviers ($>2000 \mu\text{m}$), les sables grossiers ($2000\text{--}630 \mu\text{m}$), les sables moyens ($630\text{--}200 \mu\text{m}$), les sables fins ($200\text{--}63 \mu\text{m}$) et les fines ($<63 \mu\text{m}$), cette dernière classe regroupant les limons et les argiles.

La caractéristique la plus marquante de l'ensemble des échantillons est la composition extrêmement sableuse des sols. La fraction totale des sables (somme des sables grossiers, moyens et fins) domine massivement, représentant près de 100% de la masse granulométrique de tous les prélèvements. Cette observation indique sans équivoque une texture de type sableuse à sableuse franche pour l'ensemble des sites étudiés, ce qui est un trait pédologique typique des zones côtières et dunaires.

Si la nature sableuse est générale, la répartition entre les différentes sous-classes de sables présente certaines variations :

- **Sables moyens ($630\text{--}200 \mu\text{m}$)** : il s'agit de la fraction dominante et la plus abondante dans tous les échantillons sans exception. Ses teneurs sont élevées et relativement stables, variant de 5,999% (GAND8) à 16,208% (GAND17). Cette classe constitue le squelette granulométrique principal des sols de Gandiol.
- **Sables fins ($200\text{--}63 \mu\text{m}$)** : cette fraction est systématiquement la deuxième plus abondante. Elle présente une variabilité inverse notable par rapport aux sables moyens. Les échantillons où les sables moyens sont les plus concentrés (GAND17 à 16,208%) présentent les teneurs en sables fins les plus faibles (2,328% pour GAND17). A l'inverse, lorsque les sables moyens sont moins représentés (GAND8 à 5,999%), les sables fins deviennent plus abondants (8,423% pour GAND8). Cette relation suggère une hétérogénéité spatiale dans la source sédimentaire ou les processus de tri éolien ou hydrique.
- **Sables grossiers ($2000\text{--}630 \mu\text{m}$)** : cette fraction est toujours très faible, représentant moins de 0,4% dans tous les cas. Les valeurs les plus élevées, bien que marginales, sont observées pour GAND16 (0,379%) et GAND9 (0,323%). Sa présence négligeable confirme que le matériau parental est majoritairement constitué de sables bien triés de taille moyenne à fine.

Deux autres observations importantes se dégagent : absence de graviers et faiblesse des "fines".

Concernant les ravier ($>2000 \mu\text{m}$) : la teneur est nulle (0%) pour tous les échantillons. Cela exclut la présence de particules grossières et confirme que le matériau solide est intégralement constitué de particules de taille inférieure à 2 mm.

Et pour les particules fines (Limon + Argiles) ($<63 \mu\text{m}$) : cette fraction, essentielle pour la rétention de l'eau et des nutriments en raison de sa surface spécifique élevée, est quasi-inexistante. Les teneurs sont

inférieures à 0,15% pour tous les échantillons, la majorité étant en dessous de 0,02%. GAND4 présente la valeur la plus élevée (0,141%), qui reste néanmoins tout à fait négligeable d'un point de vue agronomique. Cette absence explique les faibles capacités de rétention en eau et la faible fertilité chimique intrinsèque attendues pour ces types de sols.

L'analyse des échantillons au laboratoire a également fourni des résultats sur les paramètres chimiques des sols. Leur interprétation permet de localiser et d'évaluer la contamination en différents points du terrain, et d'en définir la variabilité spatiale.

Tableau 1 : Variabilité de la teneur des éléments fertilisants, de la CEC, et du Taux de saturation (TS) des sols

Id	pH 1/ 2,5	CE 1/ 10 µs/Cm	%C	MO %	N %	C/N	Ca meq/100g	Mg meq/100g	Na meq/100g	K meq/100g	P ppm	S meq/100g	CEC meq/100g	T %	PSE %
GAND1	7,3	66	0,33	0,57	0,04	8,17	3,00	0,23	0,22	0,31	5,34	3,75	8,92	42,09	2,47
GAND2	7,5	72	0,90	1,55	0,09	10,17	2,25	6,00	0,04	0,20	2,99	8,48	8,04	105,46	0,44
GAND3	7,3	73	0,49	0,84	0,05	9,16	1,50	4,35	0,10	0,08	2,26	6,03	8,93	67,52	1,06
GAND4	7,5	93	0,35	0,61	0,04	8,44	3,00	0,07	0,02	0,11	46,86	3,21	8,02	40,04	0,28
GAND5	7,1	85	0,08	0,13	0,02	4,29	1,43	0,30	0,04	0,21	2,77	1,98	9,81	20,16	0,43
GAND6	8,2	138	0,44	0,75	0,05	8,89	4,13	1,13	0,12	0,06	17,80	5,43	7,13	76,14	1,68
GAND7	6,6	318	0,27	0,46	0,04	7,67	5,25	0,07	0,50	0,08	13,70	5,91	12,08	48,95	4,16
GAND8	7,5	74	0,41	0,70	0,05	8,84	2,10	0,23	0,05	0,11	4,57	2,48	8,01	30,98	0,56
GAND9	5,9	110	0,86	1,48	0,09	10,05	1,13	0,75	0,10	0,07	18,86	2,05	8,46	24,20	1,21
GAND10	7,1	124	0,02	0,03	0,01	1,47	2,25	0,15	0,14	0,06	12,08	2,59	9,81	26,43	1,40
GAND11	7,8	64	0,37	0,64	0,04	8,56	0,53	0,08	0,04	0,07	10,03	0,71	6,65	10,60	0,53
GAND12	6,8	75	0,72	1,24	0,07	9,72	1,80	0,15	0,05	0,11	12,46	2,11	11,16	18,92	0,45
GAND13	7,2	58	0,33	0,58	0,04	8,23	2,18	0,38	0,05	0,18	9,94	2,78	9,36	29,68	0,51
GAND14	7,2	96	0,43	0,74	0,05	8,97	1,28	0,23	0,03	0,06	1,16	1,59	9,36	16,95	0,32
GAND15	7,1	95	0,24	0,41	0,03	7,47	1,35	0,07	0,04	0,10	11,78	1,56	9,81	15,91	0,38
GAND16	7,4	106	0,45	0,77	0,05	8,90	4,28	0,45	0,05	0,14	45,11	4,91	8,47	57,97	0,56
GAND17	7,3	194	0,37	0,64	0,04	8,54	0,75	0,15	0,26	0,15	44,86	1,31	8,91	14,70	2,86
GAND18	7,4	72	0,14	0,25	0,02	6,01	5,25	0,30	0,10	0,06	5,51	5,71	8,48	67,30	1,18

Légende : C=Carbone, MO=Matière organique, N=Azote, P=Phosphore, Ca=Calcium, Mg=Magnésium, Na=Sodium, K=Potassium, CEC=Capacité d'échange cationique, TS=Taux de saturation, ppm=partie pour mil, meq=milliéquivalent, g=gramme.

Une régression linéaire (Figure n° 4) a été spécifiquement employée pour quantifier et modéliser la relation prédictive entre la Capacité d'Échange Cationique (CEC) et le pH.

Afin de quantifier la relation suggérée par l'analyse exploratoire, un modèle de régression linéaire simple a été ajusté pour prédire la Capacité d'Échange Cationique (CEC) en fonction du pH mesuré à l'eau.

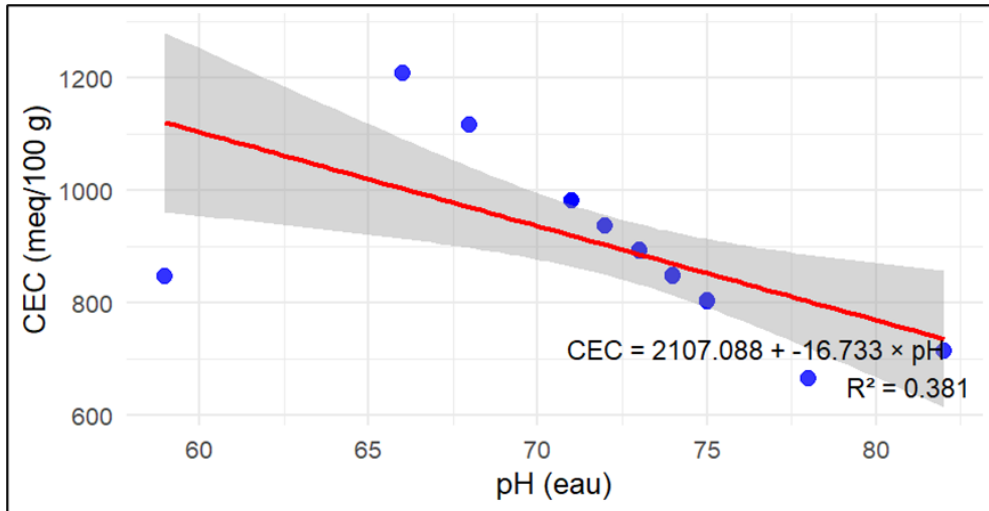


Figure 4 : Régressions linéaires de la CEC en fonction du pH

Le modèle de régression linéaire établi entre le pH et la Capacité d'Échange Cationique (CEC) révèle une relation négative et modérément prédictive, bien que statistiquement significative. L'équation de la droite de régression ($CEC = 2107.088 - 16.733 \times \text{pH}$) indique que, pour cette gamme de pH (5.9 à 8.2), la CEC tend à diminuer à mesure que l'acidité du sol diminue (c'est-à-dire que le pH augmente). Cette tendance générale est contre-intuitive par rapport au comportement attendu des charges permanentes de l'argile, mais elle peut s'expliquer par la nature dominante des charges variables dans ces sols. En effet, la matière organique, source majeure de charges négatives dépendantes du pH, voit sa capacité d'échange diminuer fortement lorsque le pH baisse en dessous de son point isoélectrique. Le coefficient de détermination ($R^2 = 0.381$) signifie que 38.1% de la variabilité totale de la CEC observée dans ces échantillons est expliquée par les variations du pH, laissant une part majoritaire (61.9%) de la variance attribuable à d'autres facteurs pédologiques non pris en compte dans ce modèle simple.

Ainsi, la valeur de R^2 , bien que significative, confirme que le pH seul est un prédicteur insuffisant pour estimer précisément la CEC. La forte dispersion observée suggère que d'autres paramètres, identifiés comme influents dans l'ACP tels que la teneur en matière organique (%MO, %C) et la texture (influençant les charges permanentes), jouent un rôle prépondérant dans la détermination de la CEC de ces sols. Par conséquent, bien qu'une tendance générale à la diminution de la CEC avec l'augmentation du pH soit observable, cette relation ne constitue pas une loi robuste pour ces sols. Une modélisation multivariée intégrant le pH, la matière organique et la teneur en

argile serait nécessaire pour développer un modèle prédictif plus fiable et complet de la capacité d'échange cationique dans ce contexte pédologique.

L'identification des relations structurelles entre les paramètres chimiques par l'Analyse en Composantes Principales (ACP) est réalisée (Figure n° 5) sur les propriétés chimiques des sols de la Commune de Ndiébène Gandiol. L'ACP permet de visualiser la structure des données et de révéler les relations entre les variables. Elle met également en évidence les principaux facteurs qui influencent la variabilité pédologique de cette Commune.

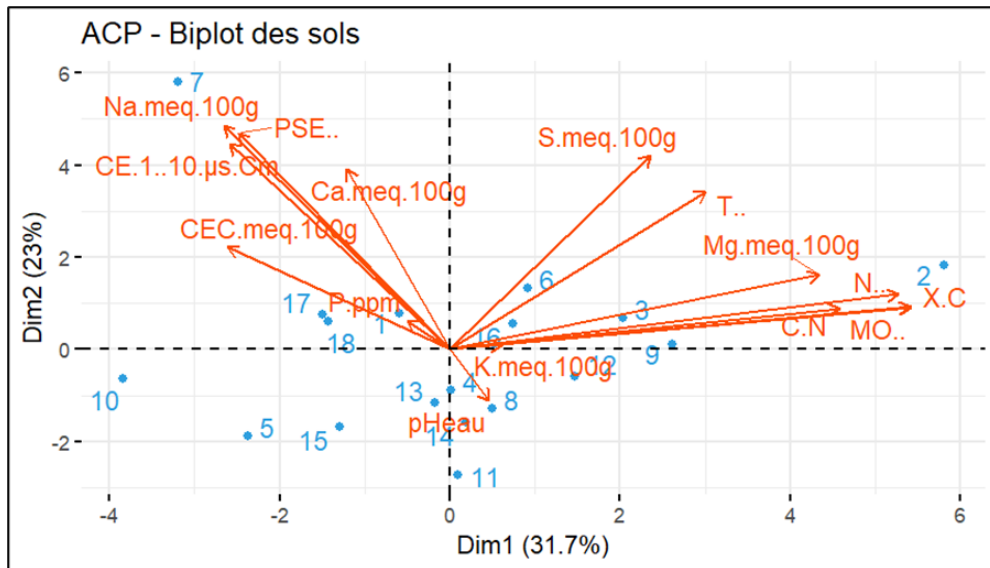


Figure 5 : L'ACP des variables caractéristiques des sols de Ndiébène Gandiol

L'analyse de l'ACP révèle une structuration des sols de Ndiébène Gandiol selon deux principaux gradients de variabilité expliquant conjointement 54.7% de la variance totale (Dim1 : 31.7%, Dim2 : 23%). Le premier axe (Dim1) oppose les sols en fonction de leur salinité et de leur fertilité chimique. D'un côté, les échantillons à forte conductivité électrique (GAND7) et teneur en sodium (Na.meq.100g) se projettent négativement sur cet axe. Ces sols, souvent associés à un pH plus bas, présentent un risque de salinisation. A l'opposé, on trouve des sols caractérisés par une forte teneur en calcium (Ca.meq.100g) et un pourcentage de saturation des échanges (PSE%) plus élevé, indiquant une bonne fertilité basique et une meilleure structure.

Le second axe (Dim2) distingue les sols selon leur richesse en matière organique et leur capacité d'échange cationique. Les échantillons avec les teneurs les plus élevées en carbone organique (%C), matière organique (MO%) et un ratio C/N plus large (GAND2, GAND9) se positionnent dans la partie positive de cet axe. Ils sont corrélés à une forte

Capacité d'Échange Cationique (CEC.meq.100g), important pour la rétention des nutriments. A l'inverse, la partie négative de Dim2 est associée aux teneurs en magnésium (Mg.meq.100g) et en potassium (K.meq.100g). La répartition des échantillons, comme GAND17 et GAND18 qui s'éloignent du centre, confirme l'hétérogénéité des propriétés des sols étudiés, partagés entre des parcelles salines, d'autres fertiles et riches en bases, et certaines présentant une bonne réserve organique.

Cette structure des données se traduit spatialement, comme en témoigne la figure n° 6 de la variabilité du pH.

La variabilité spatiale du pH des sols de la commune de Ndiébène Gandiol révèle une distribution hétérogène, allant de sols extrêmement acides (pH < 4,5) à modérément acides (pH 5,6-6,0), avec une nette prédominance des classes très acides (4,6-5,2) et acides (5,3-5,5). Cette acidité prononcée, qui caractérise la majorité du territoire, est un facteur pédologique contraignant pour l'agriculture. Elle influence directement la biodisponibilité des éléments nutritifs, entraînant communément une toxicité aluminique et une fixation du phosphore, le rendant moins accessible aux plantes. La carte montre que les villages centraux et méridionaux (Ndiébène Gandiole, Tassinère, et Keur Barka) sont situés dans des zones où le pH est le plus faible, ce qui expose les cultures à un stress abiotique important et peut limiter sévèrement le rendement et la diversité des productions maraîchères potentielles.

Cette forte acidité a un impact direct et multidimensionnel sur la pratique du maraîchage. D'une part, elle restreint le choix des espèces cultivables, favorisant uniquement les plantes tolérantes à l'acidité et excluant une large gamme de légumes plus sensibles. D'autre part, elle impose une correction obligatoire et récurrente par des amendements basiques comme le chaulage pour remonter le pH à un niveau acceptable, augmentant ainsi significativement les coûts de production et la charge de travail pour les maraîchers. Sans cette intervention, la fertilité chimique du sol reste sous-optimale, limitant l'efficacité des engrais appliqués et compromettant la souveraineté alimentaire et la rentabilité économique des exploitations.

Si le pH constitue un facteur contraignant majeur pour la fertilité des sols, l'analyse de la conductivité électrique (CE) renseigne sur leur teneur en sels solubles (figure n°7). Elle vient compléter ce diagnostic en révélant un autre paramètre critique pour la viabilité du maraîchage.

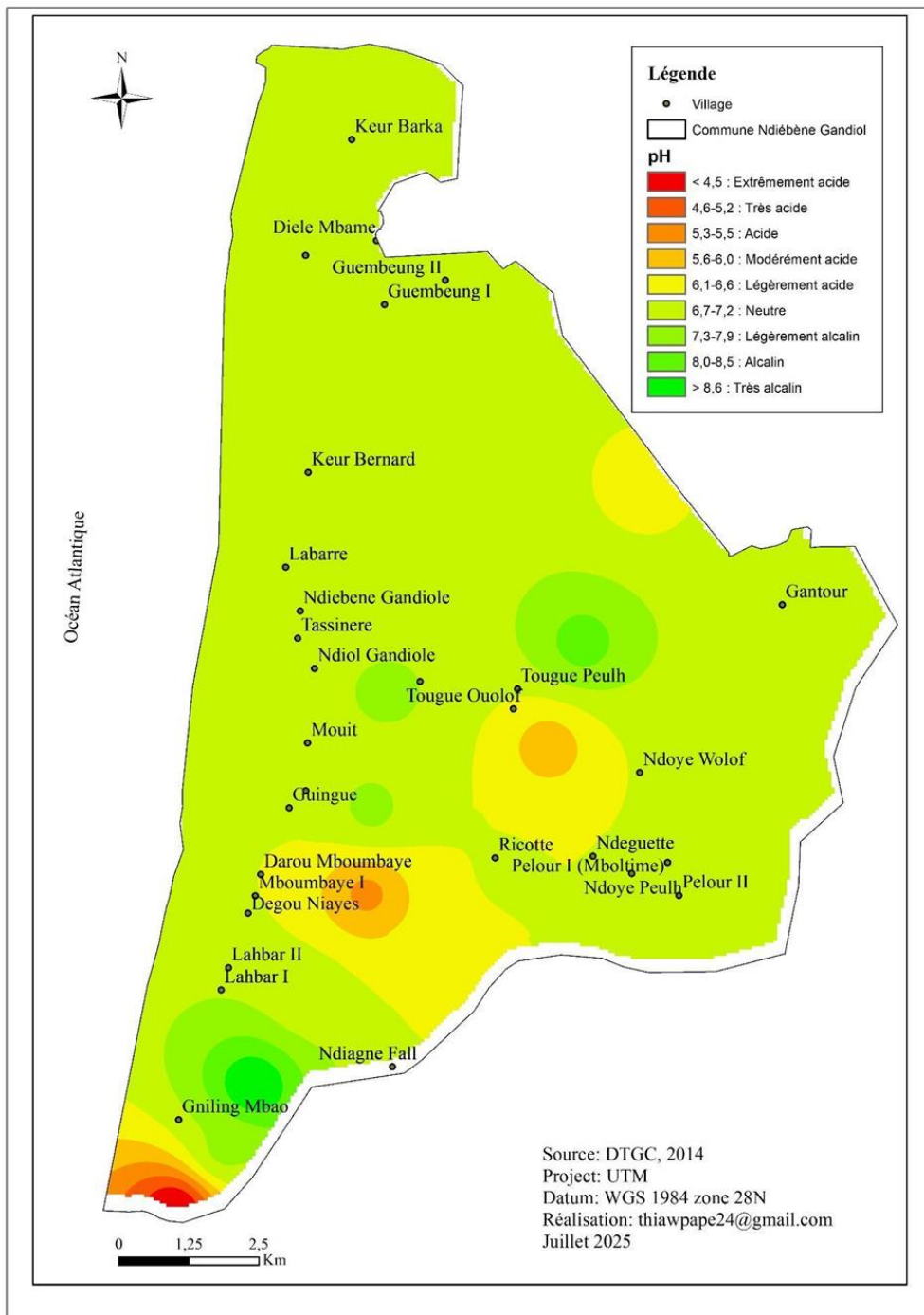


Figure 6 : Variabilité spatiale du pH des sols de la Commune de Ndiébène Gandiol

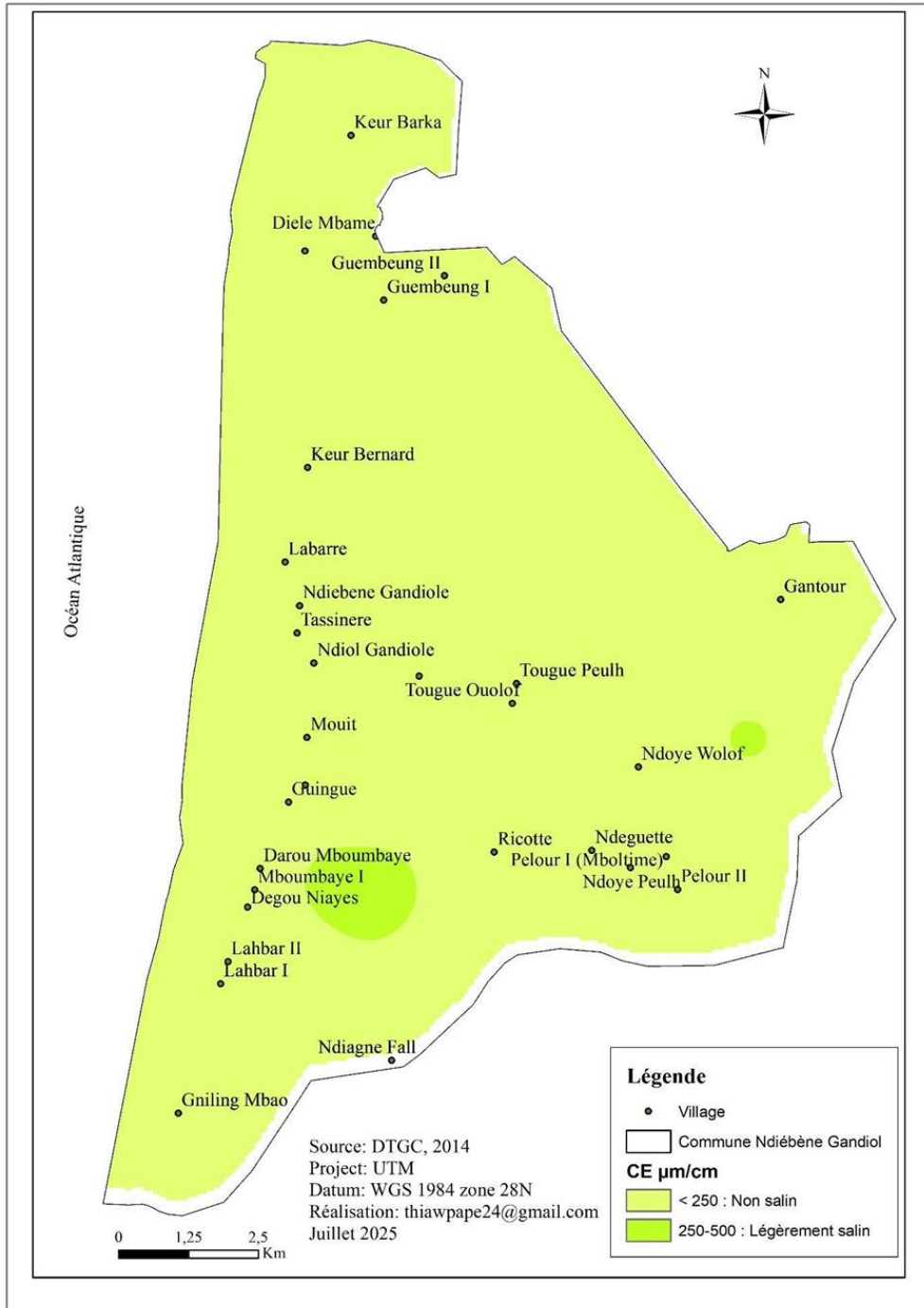


Figure 7 : Variabilité spatiale de la CE des sols de la Commune de Ndiébène Gandiol

La conductivité électrique (CE) des sols indique une salinité globalement faible à légère sur l'ensemble de ce secteur. La majorité des zones affiche des valeurs inférieures à 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, classant ainsi les sols dans les catégories non salins ($\text{CE} < 250 \mu\text{S}/\text{cm}$) à légèrement salins ($\text{CE} 250\text{-}500 \mu\text{S}/\text{cm}$). Cette distribution suggère que, contrairement à l'acidité prononcée identifiée pour le pH, la salinité ne constitue pas, à l'échelle communale, une contrainte sodique majeure et généralisée pour la production maraîchère. L'absence de points chauds de salinité élevée est un indicateur positif, signifiant que les risques de toxicité ionique spécifique pour les plantes ou de dégradation de la structure du sol par excès de sodium sont faibles. Cette condition est favorable à une plus grande diversité de cultures et réduit la nécessité de pratiques de correction telles que le lessivage des sels, simplifiant ainsi la gestion agronomique pour une majorité de maraîchers de la zone.

Discussion

Les résultats de cette étude mettent en évidence une acidité prononcée et une salinité actuelle faible à modérée des sols de la Commune de Ndiébène Gandiol. Ils s'inscrivent dans un contexte régional plus large de dégradation des terres caractéristique de la zone des Niayes. La comparaison avec d'autres travaux scientifiques permet de contextualiser ces observations, d'en éprouver la fiabilité et de mieux cerner les dynamiques spécifiques à ce terroir gandiolois.

En ce qui concerne l'acidité des sols, nos résultats, qui montrent des pH souvent inférieurs à 5,5, corroborent les conclusions d'études antérieures sur la zone des Niayes. Sarr et *al.* (2018) ont documenté ce phénomène dans leur article « Vulnérabilité et dégradation des sols dans la zone des Niayes au Sénégal », attribuant cette acidification à plusieurs facteurs : la nature même des sols sableux (plus de 85% de sable), pauvres en matières organiques et en capacité tampon, la lixiviation des bases (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+}) sous l'effet d'une pluviométrie concentrée sur quelques mois, et l'utilisation d'engrais acidifiants comme le sulfate d'ammonium par les maraîchers (Sarr et *al.*, 2018, p. 45). Ce travail, accessible sur le repository de l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD), renforce la validité de nos propres mesures en attestant d'un processus de dégradation chimique similaire à l'échelle de la région. La prédominance de sols très acides dans les villages centraux de Ndiébène Gandiol pourrait également s'expliquer par une pression agricole plus ancienne et plus intensive, un facteur que Ndiaye et *al.* (2020) ont identifié comme accélérateur de l'acidification dans leur étude « Impacts des pratiques agricoles sur l'évolution des sols dans les Niayes de Thiès » (Agronomie Africaine, 32(2), pp. 112-123.).

Cependant, la situation concernant la salinité présente un tableau plus nuancé. Si notre étude révèle une salinité globale faible ($CE < 500 \mu\text{S}/\text{cm}$), d'autres recherches pointent des risques salins plus élevés dans certaines portions des Niayes, notamment celles plus proches du littoral. Faye *et al.* (2019) ont cartographié une remontée saline importante liée à l'intrusion de la langue salée de l'aquifère superficiel dans la zone de Kayar, plus au sud, dans leur monographie « Salinisation des sols et des eaux dans le bassin arachidier sénégalais : enjeux et perspectives » (Éditions Universitaires Européennes, p. 78). La situation moins critique observée à Ndiébène Gandiol pourrait s'expliquer par sa position géographique et la dynamique hydrologique locale. Les travaux de Badiane *et al.* (2022) dans « Hydrogéochimie et qualité des eaux d'irrigation dans la zone des Niayes de Saint-Louis » (Revue Ivoirienne des Sciences et Technologie, 39, pp. 210-230) suggèrent que la salinité est très hétérogène et étroitement liée à la profondeur de la nappe et à la qualité de l'eau utilisée pour l'irrigation. Notre étude, en cohérence avec ces conclusions, indique que le péril salin, bien que présent, n'est pas encore le facteur limitant principal à Gandiol, contrairement à l'acidité. Cette différence souligne l'importance d'études localisées pour adapter les recommandations agronomiques.

La conjugaison de ces deux facteurs de dégradation, acidité forte et risque salin latent, dessine une trajectoire de vulnérabilité spécifique pour les sols de Ndiébène Gandiol. Cette dégradation physico-chimique en double facette a été décrite par Mbourou *et al.* (2021) comme un cercle vicieux : l'acidité dégrade la structure du sol et réduit l'activité biologique. Ce qui limite ainsi l'infiltration de l'eau et favorisant potentiellement l'accumulation de sels en surface en cas d'irrigation avec une eau de qualité médiocre ou d'évaporation intense (« Dynamique de la dégradation des terres et stratégies d'adaptation dans les écosystèmes fragiles du Sénégal », Cybergeog : European Journal of Geography, Environnement, Nature, Paysage, document 987). Ce scénario est cohérent avec nos observations et appelle à une gestion intégrée qui combine le chaulage pour corriger le pH et des pratiques de gestion de l'eau (irrigation goutte-à-goutte, drainage) pour prévenir tout engorgement et remontée saline future. Ainsi, la confrontation de nos résultats avec la littérature existante confirme et affine le diagnostic de dégradation des sols à Ndiébène Gandiol. Elle valide le constat d'une acidité sévère, problème répandu dans les Niayes, tout en relativisant l'ampleur actuelle du risque salin par rapport à d'autres secteurs plus affectés. Cette comparaison souligne que la dégradation n'est pas un processus uniforme mais présente des visages différents selon les sous-régions, influencés par la pédologie, l'hydrogéologie et les pressions anthropiques locales. Des stratégies de remédiation et d'adaptation différenciées et contextuelles sont nécessaires pour un écosystème durable.

Conclusion

Cette étude a démontré que les sols de la commune de Ndiébène Gandiol subissent une dégradation physico-chimique marquée. Elle est caractérisée par une texture majoritairement sableuse (plus de 85% de sable), une acidité prononcée (pH souvent inférieur à 5,5) constituant la contrainte majeure, et une salinité actuelle faible à modérée (CE généralement < 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$) représentant un risque latent. La prédominance de la fraction sableuse, confirmée par les analyses granulométriques, apparaît comme un facteur aggravant puisqu'elle explique la faible capacité de rétention en eau et en nutriments, la faible capacité tampon accentuant la sensibilité à l'acidification, et la perméabilité élevée facilitant la lixiviation des bases. L'enseignement principal est que le processus de dégradation dans cette partie des Niayes est intrinsèquement lié à cette texture déséquilibrée, créant un cercle vicieux où l'acidité sévère et généralisée est à la fois cause et conséquence de la pauvreté chimique et organique du sol. Ces résultats impliquent que les stratégies de remédiation doivent prioriser la correction de l'acidité par des amendements basiques. Ils recommandent aussi une augmentation drastique de la matière organique pour améliorer la rétention cationique, tout en intégrant une gestion durable de l'eau pour prévenir toute aggravation future de la salinité, afin de préserver la productivité maraîchère de ce terroir vulnérable.

Conflit d'intérêts : L'auteur n'a signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : L'auteur n'a obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (ANSD). (2020). Rapport sur les comptes économiques de la région de Saint-Louis.
2. AUMN, 2014. Projet de production durable et compétitive du chou dans la zone des Niayes. Rapport du quatrième semestre, 39 p.
3. Badiane, A. Y., Faye, S., & Diaw, M. (2022). Hydrogéochimie et qualité des eaux d'irrigation dans la zone des Niayes de Saint-Louis. *Revue Ivoirienne des Sciences et Technologie*, 39, 210-230.
4. Beaudet G., 1992. « Dynamique et dégradation des milieux physiques de l'Ouest africain », In *Annales de Géographie*, t. 101, n°564, pp : 214-219.

5. Bocoum. M, (2004). Méthodes d'analyses des sols. Document de travail. Institut National de Pédologie, Dakar-Sénégal, 55 p.
6. CIRARD et GRET, 2002.- Mémento de l'agronome, Ministère des Affaires Etrangères, France, 1700 p.
7. CSE (2015). Rapport sur l'État de l'Environnement (REE) du Sénégal. Edition 2015. Centre de Suivi Ecologique (CSE).
8. Dia. S, 2000. Les Niayes nord (Sénégal) : évolution d'une région littorale en crise. Thèse de 3^{em} cycle, Université de Rouen, 453 p.
9. Dasyuva. S, 2009. Rapport de mission sur les Niayes di littoral nord Sénégalais. Projet SAHELP, mission LSCE et SISYPHE ; Paris, 25 p.
10. Emmanuel Geoffriau, 2014, la conception de systèmes horticoles écologiquement innovants, guide d'usage, UVED, 24 p.
11. Faye, A., et al. (2015). Soil salinization in the Senegal River Delta. *Geoderma Regional*, 5(1), 1-10.
12. Faye, S., Malou, R., & Faye, A. (2019). Salinisation des sols et des eaux dans le bassin arachidier sénégalais : enjeux et perspectives. Éditions Universitaires Européennes.
13. Gueye, F., & Diagne, M. (2022). « Conséquences de la dégradation des sols sur la sécurité alimentaire dans les Niayes du Sénégal ». *Journal Africain de Sécurité Alimentaire*.
14. INP, 1992.- Méthodes d'analyses des sols : manuel pratique, 29 p.
15. Landon, J.R., 1984.- *Booker Tropical Soil Manual*. xiv. Booker Agriculture International Ltd., London, and Longman, Burnt Mill, U.K, 450 p.
16. Mbourou, C. N., Sall, M., & Diouf, B. (2021). Dynamique de la dégradation des terres et stratégies d'adaptation dans les écosystèmes fragiles du Sénégal. *Cybergeog : European Journal of Geography, Environnement, Nature, Paysage*, document 987.
17. Niang S, SY A.A., SY B.A., 2016. « Evolution spatiale et hydrochimique de la salinité de l'eau d'irrigation dans le gandiola, littoral nord du Sénégal », revue de géographie du laboratoire Leïdi, pp : 241-257.
18. Ndiaye, M., Diatta, S., & Guisse, A. (2020). Impacts des pratiques agricoles sur l'évolution des sols dans les Niayes de Thiès. *Agronomie Africaine*, 32(2), 112-123.
19. Plan de Développement Communal (PDC) de Ndiébène Gandiol. (2018). Diagnostic territorial participatif.
20. Ramade F., 2008.- *Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité* Ed. Dunod, Paris, ISBN 978-2-10-053670 2, 737 p.

21. Sy A. A., 2009. Les dunes littorales de la Grande Côte sénégalaise. Dynamique actuelle et ses conséquences sur les espaces maraîchers, Mémoire de Master 2, UGB, 193 p.
22. Sarr, B., Camara, M., & Diame, A. (2018). Vulnérabilité et dégradation des sols dans la zone des Niayes au Sénégal. In : Actes du Colloque International sur la Durabilité des Systèmes Agricoles, Dakar.
23. Tappan, G. G., et al. (2004). Ecoregions and land cover trends in Senegal. *Journal of Arid Environments*, 59(3), 427-462.