

Dégradation physico-chimique des sols dans les Niayes de la Commune Kayar, Sénégal

Pape THIAW^{1*}, Cheikh Ahmed Tidiane FAYE¹, Seydou Alassane SOW¹, Amadou Abou SY¹ et Boubou Aldiouma SY²

¹ *Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Faculté des Lettres et Sciences Humaines, Laboratoire Leïdi, Dynamique des Territoires et Développement, BP234 Saint-Louis, Sénégal*

² *Université Gaston Berger, UFR de Lettres et Sciences Humaines, Laboratoire Leïdi, Dynamique des Territoires et Développement, BP234 Saint-Louis, Sénégal*

(Reçu le 10 Juin 2024 ; Accepté le 15 Juillet 2024)

* Correspondance, courriel : thiawpape24@gmail.com

Résumé

Ce travail étudie la dégradation physico-chimique des sols dans les Niayes de la commune Kayar (Sénégal). Cette dernière se situe sur le littoral de la Grande Côte Sénégalaise et tire ses ressources principalement de la pêche et de l'agriculture. L'agriculture particulièrement souffre d'une série de maux, notamment la dégradation physico-chimique avec l'augmentation de la salinisation, l'abaissement des nappes phréatiques, mais aussi, de l'accaparement des terres qui devient un sérieux problème aggravé par d'une part, les récentes découvertes de pétrole et du gaz dans ces sols et d'autre part, par l'arrivée de firmes agro-industrielles qui interviennent sur des filières horticoles à haute valeur ajoutée, etc. Une méthodologie qui combine des enquêtes et des prélèvements d'échantillons de sol est mis en œuvre ainsi que des méthodes d'analyse physico-chimique du sol au laboratoire pour évaluer les changements dans la composition et la structure du sol. Les résultats montrent une diminution de la fertilité des sols, une augmentation de la salinité et de l'acidité ainsi qu'une diminution de la matière organique. La dégradation physico-chimique des sols dans les Niayes de la commune de Kayar souligne l'importance cruciale d'interventions durables pour la conservation des ressources pédologiques, contribuant ainsi à enrichir les recherches et stratégies globales en matière de gestion des sols et d'adaptation au changement climatique.

Mots-clés : *dégradation, physique, chimique, Niayes.*

Abstract

Physico-chemical soil degradation in the Niayes of Kayar Commune (Senegal)

This work studies the physico-chemical degradation of soils in the Niayes of the Kayar commune (Senegal). The commune is located on the coast of Senegal's Grande Côte and derives its resources mainly from fishing and agriculture. Agriculture in particular suffers from a series of ills, including physico-chemical degradation with increasing salinization, the lowering of water tables, but also land grabbing, which is becoming a serious problem exacerbated by the recent discovery of oil and gas in these soils, and the arrival of agro-industrial

firms operating in high value-added horticultural sectors, etc. A methodology combining surveys and soil sampling was implemented, along with physico-chemical soil analysis methods in the laboratory to assess changes in soil composition and structure. The results show a reduction in soil fertility, an increase in salinity and acidity, and a decrease in organic matter. Physico-chemical soil degradation in the Niayes of Kayar commune highlights the crucial importance of sustainable interventions to conserve soil resources, thus contributing to enrich global research and strategies for soil management and climate change adaptation.

Keywords : *degradation, physical, chemical, Niayes.*

1. Introduction

Les sols du Sénégal sont des héritages car les conditions bioclimatiques ayant présidé à leur mise en place n'existent plus. C'est le cas des sols des Niayes dont la formation se confond au pluvial Tchadien, de 12 000 à 8 000 ans BP [1, 2]. La dégradation des sols est un problème général qui menace la durabilité des systèmes agricoles dans de nombreuses régions au niveau mondial, notamment en Afrique [3]. La région des *Niayes*, notamment, la commune de Kayar au Sénégal ne fait pas exception à cette tendance préoccupante. Ces *Niayes*, réputées pour leur fertilité et leur potentiel agronomique, sont confrontées à une dégradation croissante de leurs sols, compromettant ainsi la productivité agricole, maraîchère particulièrement et la sécurité alimentaire des populations locales. Cette dégradation, d'origine principalement physico-chimique, est le résultat de divers facteurs interconnectés tels que l'érosion, la salinisation, l'acidification et la perte de matière organique des sols [4, 5]. Ces modifications paysagères sont des témoins de la diminution de la qualité des écosystèmes [6]. L'importance socio-économique des sols des Niayes n'est pas à sous-estimer. Située près de la capitale sénégalaise, Dakar, cette région côtière joue un rôle essentiel dans l'approvisionnement alimentaire de la population urbaine et rurale en offrant une grande diversité de produits agricoles frais tels que les fruits, les légumes et les cultures maraîchères [7, 8]. Le maraîchage est au cœur d'une dynamique économique à Kayar, qui est alimentée par la demande des marchés urbains, nationaux et même internationaux avec en moyenne, 23.000 tonnes de pomme de terre sont exportées chaque année vers Dakar et ailleurs [9]. De plus, l'activité agricole dans les Niayes est une source importante de revenus et d'emplois pour de nombreux agriculteurs locaux, contribuant ainsi au développement économique de cette commune. Néanmoins, même si ce secteur des Niayes revêt une grande importance économique et écologique, il fait face à plusieurs défis environnementaux et économiques qui mettent en péril la pérennité de son système agricole. L'un des principaux problèmes auxquels la région est confrontée est la détérioration des sols, qui compromet la capacité des agriculteurs à cultiver des terres productives et à subvenir à leurs besoins. Cette partie de la région des Niayes, caractérisée par une agriculture intensive, est confrontée à des problèmes croissants de salinisation, d'érosion et de perte de fertilité [10, 11]. Comprendre les processus de dégradation des sols dans les *Niayes* est donc essentiel pour développer des stratégies efficaces de gestion des terres et de conservation des sols afin de garantir la durabilité à long terme de l'agriculture dans cette commune. Les enjeux incluent la réduction des rendements agricoles, la diminution de la biodiversité et l'augmentation de la vulnérabilité des communautés rurales aux impacts du changement climatique. La problématique est donc : comment atténuer les effets de la dégradation des sols pour assurer la pérennité des pratiques agricoles dans les Niayes de Kayar ? Dans cette optique, cette étude vise à travers une méthode qualitative et quantitative, à analyser en profondeur la dégradation physico-chimique des sols dans les *Niayes* de la commune Kayar au Sénégal. De plus, cette étude apporte une contribution à la compréhension actuelle de la dégradation des sols dans les Niayes et apporte des données précieuses pour guider les politiques de gestion des terres et de développement agricole dans cette commune.

2. Méthodologie

2-1. Localisation de la zone d'étude

La commune de Kayar est située dans la région de Thiès au Sénégal, et se trouve dans la zone des Niayes.

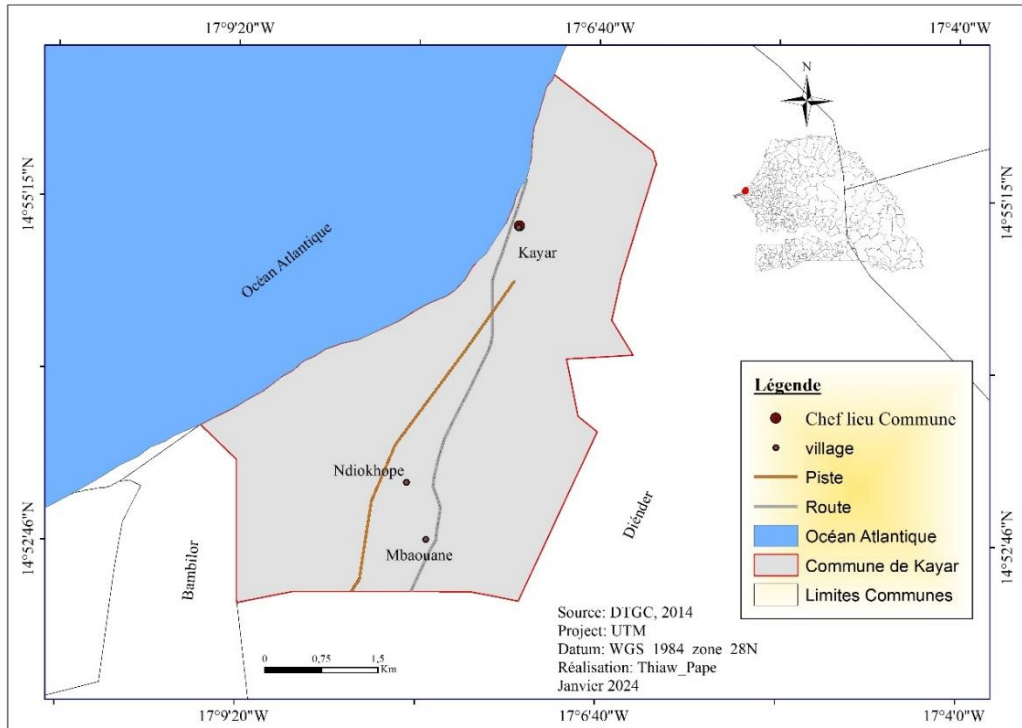


Figure 1 : Localisation de Commune de Kayar

La méthodologie est structurée en trois étapes : i) le prélèvement des échantillons de sols dans les parcelles maraichères, ii) le traitement et l'analyse des échantillons au laboratoire et enfin, iii) la caractérisation physico-chimique des sols. Les résultats sont ainsi utilisés pour aider à la détermination des doses optimales d'engrais dans le cadre des stratégies de correction. Ainsi, des échantillons de sol ont été prélevés à différentes profondeurs, allant de 0 à 30 cm, pour évaluer les propriétés physico-chimiques telles que la texture, Le pH sol, la CE, le phosphore (P), le potassium (K), le magnésium (Mg), calcium (Ca), Sodium (Na) et la capacité d'échange cationique (CEC), le pourcentage de matière organique (% MO). Des techniques avancées d'analyse des sols ont été effectuées au laboratoire de l'Institut Nationale de Pédologie (INP) de Dakar pour obtenir des données précises.

2-2. Cartographie des échantillons des sols

L'échantillonnage des sols englobe les trois générations de dunes. Les prélèvements sont effectués respectivement sur les dunes blanches littorales, les dunes jaunes semi-fixées, les cuvettes interdunaires et les dunes rouges continentales en fonction de la topo-séquence à partir du littoral. Ce qui permet ainsi d'identifier l'influence potentielle du biseau salé. Ainsi, 35 échantillons sont prélevés et cartographiés (**Figure 2**) sur 9 périmètres (P).

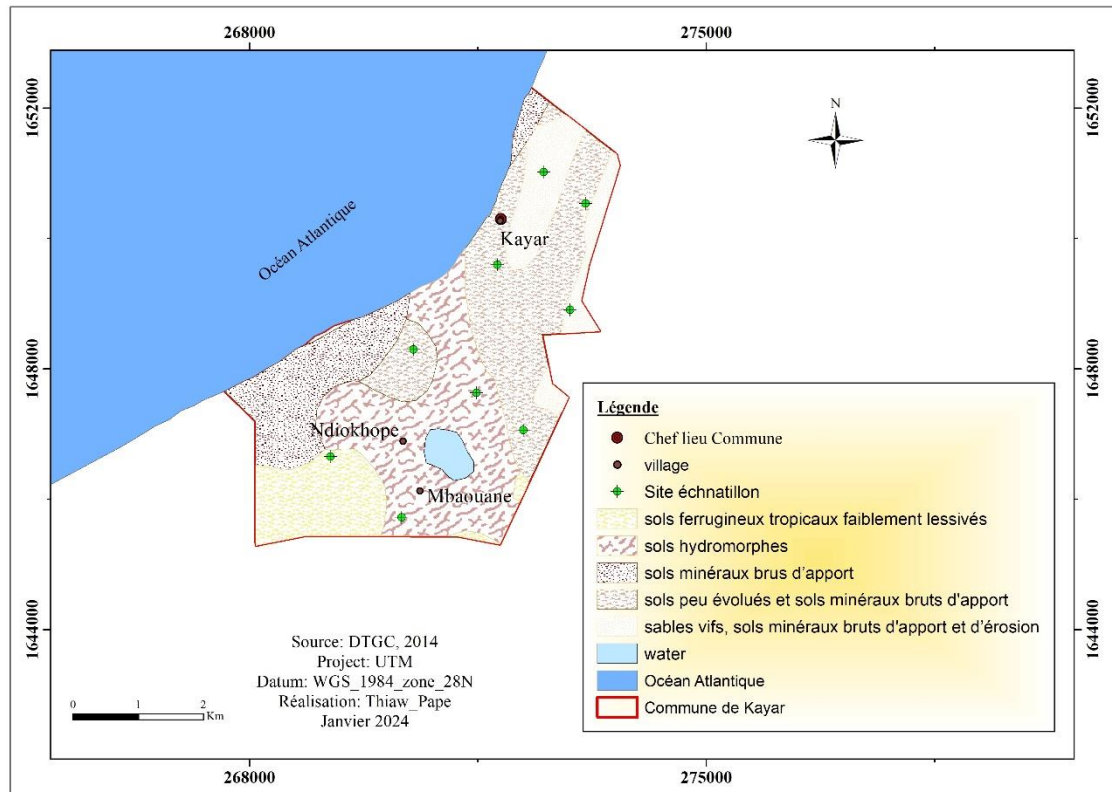


Figure 2 : Périmètres d'échantillonnage de sol

2-3. Etude de la dégradation physique des sols

L'étude de la dégradation des sols est basée sur l'étude granulométrique des unités morfo-pédologiques. 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. 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 : Echelle 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

Les méthodes d'analyse ainsi que les formules de calcul utilisées ont été établies par Bocoum (2004) et nous servent ainsi de référence pour la caractérisation des paramètres physico-chimiques. Des outils et des logiciels comme RapideMiner Studio, Excel et ArcGIS nous ont servi de traitement, d'analyse des données et ainsi qu'une visualisation spatiale des résultats.

2-3-1. Méthode d'analyse du pH

Elle est réalisée en utilisant une suspension de sol avec un rapport sol/eau de 1/2,5. La détermination de ces suspensions se fait à l'aide de la méthode électromécanique appelée "électrode de verre". Dans un récipient de 100 millilitres, on ajoute 20g de sol et 50 millilitres d'eau distillée. L'agitateur magnétique est utilisé pour une action énergique pendant 30 minutes. Une fois que l'appareil pH METER GLP 21 a été calibré, il convient de lire le pH.

2-3-2. Méthode d'analyse de la conductivité électrique (CE)

20 g de sol sont pesés dans un verre de 100 millilitres en utilisant un tamis de 2 mm, en fonction du rapport de l'extrait 1/10. On ajoute 150 millilitres d'eau distillée à la solution de pH. L'agitateur électrique agite la suspension pendant une durée de 30 minutes. Une fois que le conductimètre a été calibré, l'électrode déjà essuyée avec du papier absorbant est placée avec précaution dans la suspension. La CE est affichée après que l'appareil CONDUCTIMETER GLP 31 ait stabilisé pendant une ou deux minutes.

Tableau 2 : Références des analyses du pH et de la CE (Bocoum, 2004)

Ph		CE	
Gammes pH	Sol	CE $\mu\text{m/cm}$	Sol
< 4,5	Extrêmement acide	< 250	Non salin
4,6-5,2	Très acide	250-500	Légèrement salin
5,3-5,5	Acide	500-1000	Salin
5,6-6,0	Modérément acide	1000-2000	Très salin
6,1-6,6	Légèrement acide	>2000	Extrêmement salin
6,7-7,2	Neutre		
7,3-7,9	Légèrement alcalin		
8,0-8,5	Alcalin		
> 8,6	Très alcalin		

2-3-3. Dosage du Ca et du Mg

Ce dosage se fait en prenant 20 millilitres de l'extrait aqueux mesurés dans un erlenmeyer de 250 millilitres. Ensuite, 5 millilitres de solution tampon et quelques gouttes (2 à 3 gouttes) de noir ériochrome T sont ajoutés dans l'extrait. Puis, la solution est titrée par le complexon 0,02N jusqu'au virage au bleu de la solution initialement rouge de vin. Nous avons noté, le nombre de millilitre de complexon versé est noté.

2-3-4. Dosage du Ca

Nous prenons 20 millilitres de l'extrait aqueux que nous mesurons dans un erlenmeyer de 250 millilitres. Puis, 5 millilitres de soude et 2 à 3 gouttes d'indicateur sont ajoutés dans l'extrait. La solution est titrée par le complexon jusqu'au virage de la couleur fluorescence disparaît brutalement. Nous avons noté le nombre de millilitre de complexon versé.

2-3-5. Analyse du Na⁺ et K⁺

L'analyse du Na⁺ et K⁺ est faite par absorption atomique. Ils sont dosés au spectrophotomètre de flamme par comparaison avec les courbes d'étalonnage préalablement tracées.

2-3-6. Dosage du carbone organique

Dans une fiole conique de 250 ml, on ajoute 1 g de sol et 10 ml de dichromate de potassium. Nous agitons pendant une minute, puis nous ajoutons 20 ml d'acide sulfurique concentré et laisser reposer pendant 30 minutes. Nous ajoutons ensuite 100 ml d'eau, 10 ml d'acide orthophosphorique concentré et 2 ml de solution indicatrice de diphenylamine.

Tableau 3 : Références des interprétations du Carbone total et/ou de la MO (Bocoum, (2004))

Teneur en Carbone (%)	Estimations
[0,17 - 0,43[Très pauvre
[0,43 - 0,76[Pauvre
[0,76 - 1,35[Moyen
[1,35 - 2,55[Riche
[2,55 - 5,10[Très riche
[5,10 - 10,10[Excellent

Cette approche méthodologique a permis d'obtenir un certain nombre de résultats dont leur analyse et interprétation ressort des tendances particulières de la dégradation des sols.

3. Résultats

Les résultats majeurs portent sur les caractéristiques physiques (granulométrie et texture des sols) et chimiques (propriétés acido-basiques et salinité des sols, ainsi que les concentrations en éléments fertilisants). Concernant la granulométrie (**Figure 3**), les résultats sont classés en cinq catégories, en fonction des sites de prélèvement (Périmètre (P)) selon : les sables très grossiers (STG) ; les sables grossiers (SG) ; les sables moyens (SM) ; les sables fins (SF) et les sables très fins (STF).

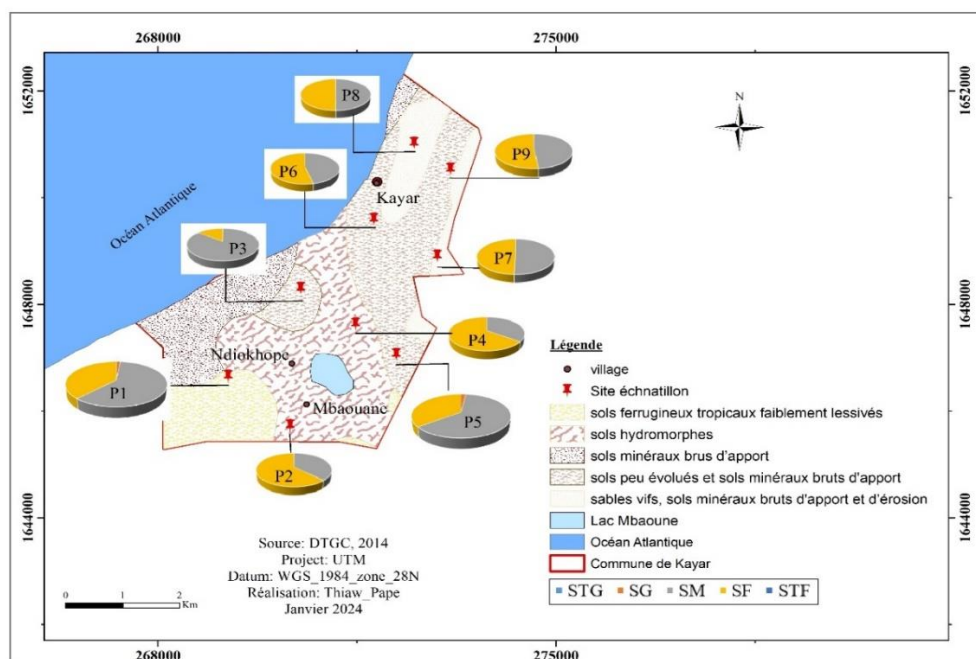


Figure 3 : Distribution granulométrique de la texture du sol de la Commune de Kayar

La répartition spatiale de chaque texture déterminée nous a permis ainsi de lire selon un gradient longitudinal du littoral au continent, les différentes trames sédimentaires. Les tendances générales (**Figure 4**) pour l'ensemble des sites indiquent que les échantillons sont principalement constitués de sable moyen (SM) et de sable fin (SF), avec une faible présence de sable grossier (SG : P1 et P5) et très fin (STF : en très faible pourcentage), et une absence de sable très grossier (STG). La granulométrie du sol présente une texture généralement sableuse, avec une majorité de particules de taille moyenne à fine.

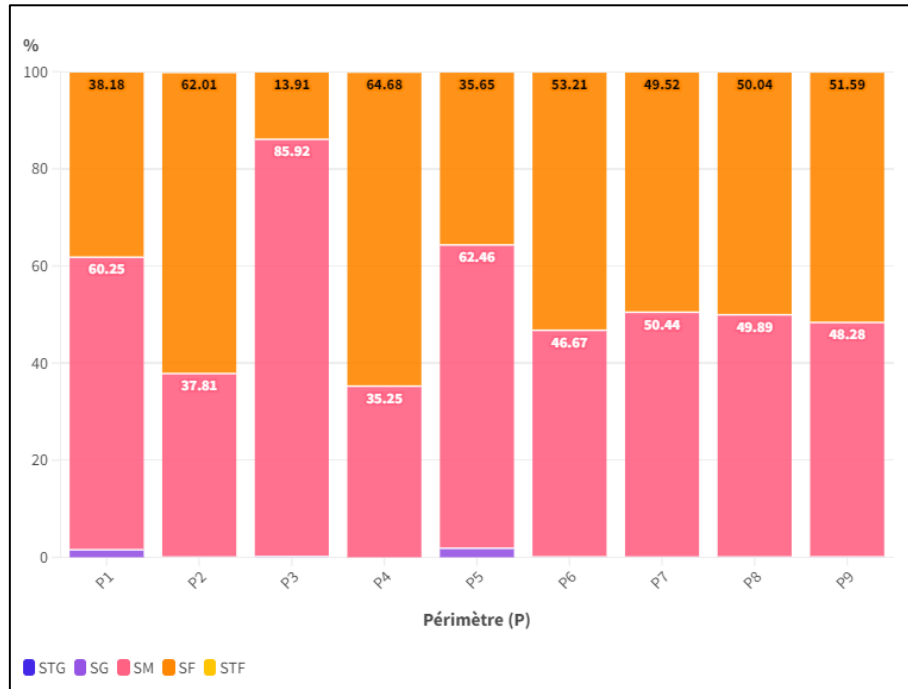


Figure 4 : Résultats de la granulométrie des différents périmètres analysés

En ce qui concerne la classe granulométrique Sable Très Grossier (STG) dont la taille des grains est comprise entre 1 à 2 mm, dans l'ensemble des échantillons analysés, les valeurs sont toutes nulles ou très proches de zéro, ce qui suggère une absence de sable très grossier. En ce qui concerne la classe Sable Grossier (SG) avec une granulométrie comprise entre 1 mm et 500 μm , les taux fluctuent de 0,006 % à 0,358 %, avec une moyenne approximative de 0,071. Même si le sable grossier est présent (0,3 % au P1 et 0,4 % au P5), il semble moins abondant que les classes de taille de grains inférieures. Pour la classe Sable Moyen (SM), de taille des grains se situant entre 500 μm et 250 μm , les valeurs varient de 6,78 % (P4) à 16,396 % (P3), avec une moyenne d'environ 10,408 %. Le sable moyen est la classe texturale la plus dominante dans les échantillons, avec des valeurs moyennes significativement plus élevées que les autres classes. Concernant la classe Sable Fin (SF), de taille des grains qui se situe entre 250 μm et 150 μm , les valeurs varient de 2,654 % (P3) à 12,442 % (P4), avec une moyenne d'environ 9,506 %. Le sable fin est également présent dans les échantillons, bien que moins abondant que le sable moyen. Pour la classe Sable Très Fin (STF), dont la taille des grains se situe entre 150 μm et 63 μm , les valeurs varient de 0,002 % (P3) à 0,029 % (P2), avec une moyenne d'environ 0,007 %. Le sable très fin est présent dans les échantillons, mais en quantités relativement faibles par rapport aux autres classes. La composition granulométrique des périmètres est constituée principalement de sable de résistance moyenne et fine, avec du sable grossier moins abondant, du sable fin moins abondant et aucun sable grossier dans les échantillons analysés. Le traitement et l'analyse des échantillons en laboratoire ont fourni des résultats précis sur les paramètres de la chimie du sol, nous permettant de comprendre la contamination à différents endroits et de déterminer la variabilité de la contamination dans l'espace.

Tableau 4 : Variabilité de la teneur des éléments fertilisants, de la CEC, et du Taux de saturation (TS) des sols

Sites	Id	HORIZONS	pH 1/ 2,5	CE 1/ 10 µs/Cm	%C	MO %	N %	C/N	Ca meq/10 Og	Mg meq/10 Og	Na meq/100g	K meq/100g	P ppm	S meq/100g	CEC meq/ 100g	T %	PSE %
P1	KAY1	S1 0-30	6,6	190	1,31	2,25	0,12	11	0,9	0,23	0,12	0,27	129,7	1,51	5,5	27,4	2,1
	KAY2	S2 0-30	6,9	143	0,38	0,65	0,04	9	2,1	0,38	0,07	0,08	52,1	2,62	4	65,6	1,6
	KAY3	S3 0-30	6,5	111	0,62	1,08	0,07	10	2,925	0,08	0,11	0,17	90,5	3,28	6	54,7	1,9
	KAY4	S4 0-30	7,3	273	0,45	0,77	0,05	9	1,2675	0,38	0,09	0,10	42,5	1,84	4,5	40,9	2,1
P2	KAY5	S5 0-30	6,7	92	0,18	0,32	0,03	7	2,025	0,15	0,06	0,08	76,5	2,32	5	46,4	1,2
	KAY6	S1 0-30	5,7	113	0,59	1,02	0,06	9	0,9	0,15	0,05	0,14	2,9	1,24	9,5	13,0	0,5
	KAY7	S2 0-30	6,6	209	0,88	1,51	0,09	10	0,525	0,15	0,03	0,04	111,4	0,74	5,5	13,5	0,5
	KAY8	S3 0-30	6,6	155	0,21	0,37	0,03	7	0,9	0,68	0,03	0,06	4,6	1,66	5,5	30,1	0,5
P3	KAY9	S4 0-30	7	370	0,56	0,96	0,06	9	2,25	0,23	0,14	0,15	0,3	2,77	3,5	79,2	4,1
	KAY10	S5 0-30	7,4	305	1,29	2,22	0,12	11	1,35	0,15	0,06	0,13	106,0	1,69	4	42,2	1,6
	KAY11	S1 0-30	5,7	114	0,39	0,67	0,05	9	1,2	0,38	0,06	0,11	10,0	1,74	9,5	18,4	0,6
	KAY12	S2 0-30	6,7	277	0,39	0,67	0,05	9	0,375	0,08	0,04	0,11	5,8	0,60	5	12,0	0,8
P4	KAY13	S3 0-30	6,4	132	0,27	0,46	0,03	8	0,75	3,15	0,12	0,21	21,1	4,23	6,5	65,0	1,8
	KAY14	S4 0-30	4,7	103	0,21	0,37	0,03	7	1,05	0,38	0,06	0,15	0,3	1,64	14	11,7	0,4
	KAY15	S5 0-30	5,9	282	0,77	1,33	0,08	10	1,35	0,23	0,08	0,10	4,0	1,75	8,5	20,6	0,9
	KAY16	S1 0-30	7,5	267	0,53	0,91	0,06	9	1,2	0,75	0,10	0,11	15,7	2,16	4	53,9	2,4
P5	KAY17	S2 0-30	6,7	264	0,61	1,06	0,06	10	1,875	1,95	0,05	0,08	5,3	3,96	5	79,2	1,1
	KAY18	S3 0-30	6,5	272	0,18	0,30	0,03	7	0,825	0,07	0,03	0,07	30,3	1,00	6	16,7	0,5
	KAY19	S4 0-30	7,3	292	0,71	1,23	0,07	10	1,2	0,07	0,03	0,03	13,2	1,34	4,5	29,7	0,7
	KAY20	S5 0-30	7,4	297	0,84	1,45	0,08	10	2,175	0,08	0,01	0,11	87,4	2,37	4	59,2	0,1
P6	KAY21	S1 0-30	6,6	345	0,85	1,47	0,08	10	1,5	0,15	0,08	0,27	122,4	2,00	5,5	36,3	1,5
	KAY22	S2 0-30	6,6	116	0,59	1,01	0,06	9	1,35	0,15	0,05	0,04	24,4	1,59	5,5	28,9	0,8
	KAY23	S3 0-30	7,8	120	0,35	0,61	0,04	8	8,775	1,43	0,07	0,18	29,8	10,45	6,5	160,7	1,0
	KAY24	S4 0-30	6,9	79	0,47	0,80	0,05	9	0,675	0,15	0,05	0,14	28,5	1,01	4	25,3	1,1
P7	KAY25	S5 0-30	7,3	338	0,59	1,01	0,06	9	1,725	0,15	0,05	0,67	64,3	2,59	4,5	57,6	1,0
	KAY26	S1 0-30	6,4	89	0,39	0,67	0,05	9	0,675	0,23	0,01	0,01	6,7	0,92	6	15,4	0,2
	KAY27	S2 0-30	6,2	94	0,16	0,27	0,02	6	1,875	2,78	0,04	0,03	5,9	4,72	7	67,4	0,5
	KAY28	S3 0-30	6,1	89	0,37	0,64	0,04	9	1,5	0,15	0,03	0,03	7,4	1,71	7,5	22,7	0,4
P8	KAY29	S4 0-30	6,7	93	0,04	0,06	0,01	2	1,2	0,15	0,02	0,03	6,5	1,40	5	28,0	0,4
	KAY30	S5 0-30	6,3	82	0,29	0,49	0,04	8	1,5	0,23	0,02	0,06	6,7	1,80	6,5	27,7	0,3
	KAY31	S1 0-30	7,2	116	0,25	0,44	0,03	8	2,4	0,60	0,03	0,21	8,2	3,24	5	64,9	0,7
	KAY32	S2 0-30	6,6	106	0,73	1,26	0,07	10	3,6	1,28	0,04	0,10	6,6	5,02	5,5	91,2	0,8
P9	KAY33	S3 0-30	7,1	106	0,68	1,17	0,07	10	3,675	0,83	0,04	0,07	137,4	4,61	5,5	83,8	0,7
	KAY34	S4 0-30	6,9	71	0,273	0,47	0,03	8	1,875	0,15	0,02	0,07	63,6	2,11	4	52,8	0,4
	KAY35	S5 0-30	6,9	82	0,429	0,74	0,05	9	3,3	4,35	0,05	0,07	39,1	7,77	4	194,1	1,1

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.

Si on se réfère à la référence des analyses du pH et de la CE [12], nous pouvons constater qu'il n'existe pas d'échantillon classé comme étant extrêmement acide (pH < 4,5). Un seul échantillon (KAY14 : pH = 4,7) se trouve être très acide (pH entre 4,6 et 5,2). Aucun échantillon n'est alcalin (pH entre 8,0 et 8,5) ou très alcalin (pH > 8,6) dans l'ensemble des données. Modérément acide (pH entre 5,6 et 6,0) : KAY6, KAY11, KAY15. La majorité des échantillons (13 sur 35) sont légèrement acides (pH entre 6,1 et 6,6), ce qui peut être commun dans de nombreux types de sols. Environ un tiers des échantillons sont neutres (pH entre 6,7 et 7,2), soit 10/35, ce qui est également une condition de sol courante. Quelques échantillons sont légèrement alcalins (pH entre 7,3 et 7,9), soit 7/35, ce qui pourrait indiquer des variations locales ou des influences environnementales spécifiques. Une fois que ces caractéristiques individuelles des échantillons de sol sont examinées en détail, nous procédons à une analyse plus étendue de la variabilité spatiale du pH du sol à l'aide d'une carte représentative (*Figure 5*), ce qui permet de visualiser clairement les tendances et les distributions au sein de la zone d'étude.

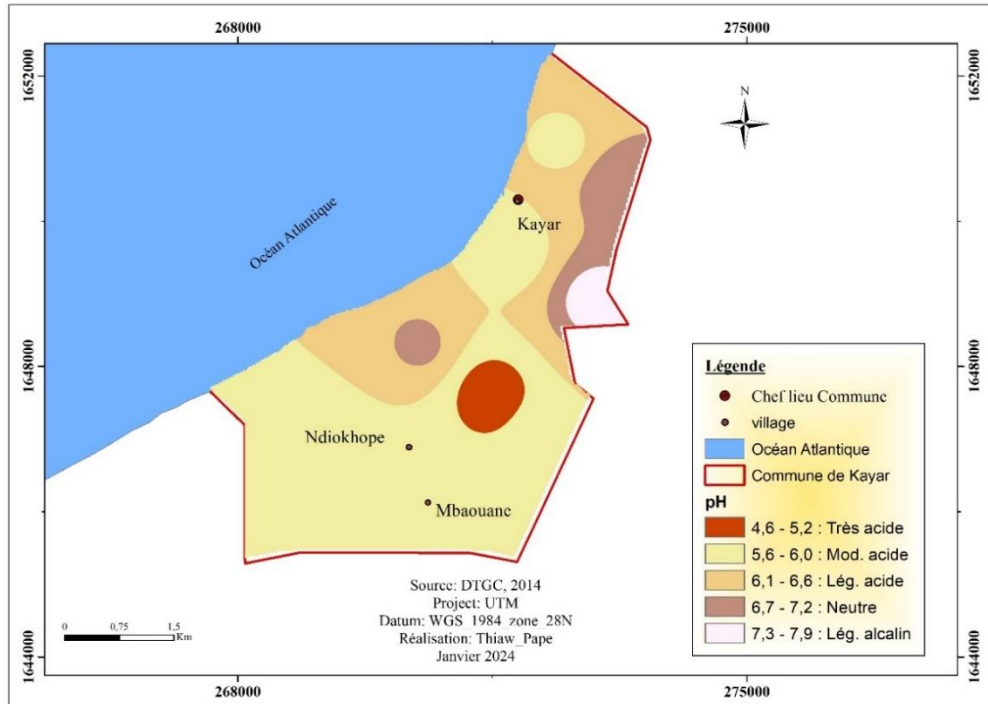


Figure 5 : Carte de la variabilité spatiale du pH

La distribution des valeurs de pH dans l'ensemble des échantillons de sol montre principalement une tendance vers l'acidité légère, partout aux environs de Ndiokhope, Mbaouane et Kayar avec quelques périmètres caractérisés par un pH neutres et légèrement alcalins. En ce qui concerne la Conductivité Electrique (CE), la répartition des échantillons en fonction de la référence d'interprétation se présente comme suit d'après le **Tableau 4** ci-dessus :

- Non salin (CE < 250 $\mu\text{m}/\text{cm}$) : 23 échantillons sur les 35.
- Légèrement salin (CE entre 250 et 500 $\mu\text{m}/\text{cm}$) : 12 échantillons sur les 35 (KAY4, KAY9, KAY10, KAY12, KAY15, KAY16, KAY17, KAY18, KAY19, KAY20, KAY21, KAY25).
- Salin (CE entre 500 et 1000 $\mu\text{m}/\text{cm}$) : Aucun échantillon.
- Très salin (CE entre 1000 et 2000 $\mu\text{m}/\text{cm}$) : Aucun échantillon.
- Extrêmement salin (CE > 2000 $\mu\text{m}/\text{cm}$) : Aucun échantillon.

En effet, la plupart des sols échantillonnés ne présentent pas de niveaux élevés de salinité, malgré la tendance vers la salinité. Sur 35 échantillons, 12 ont une concentration en eau de 250 à 500 $\mu\text{m}/\text{cm}$, ce qui suggère une légère salinité. Elle ne dépasse pas les limites inquiétantes. Grâce à la cartographie, il a été possible de représenter visuellement la répartition spatiale de ces diverses catégories de salinité dans cette commune de Kayar (**Figure 6**).

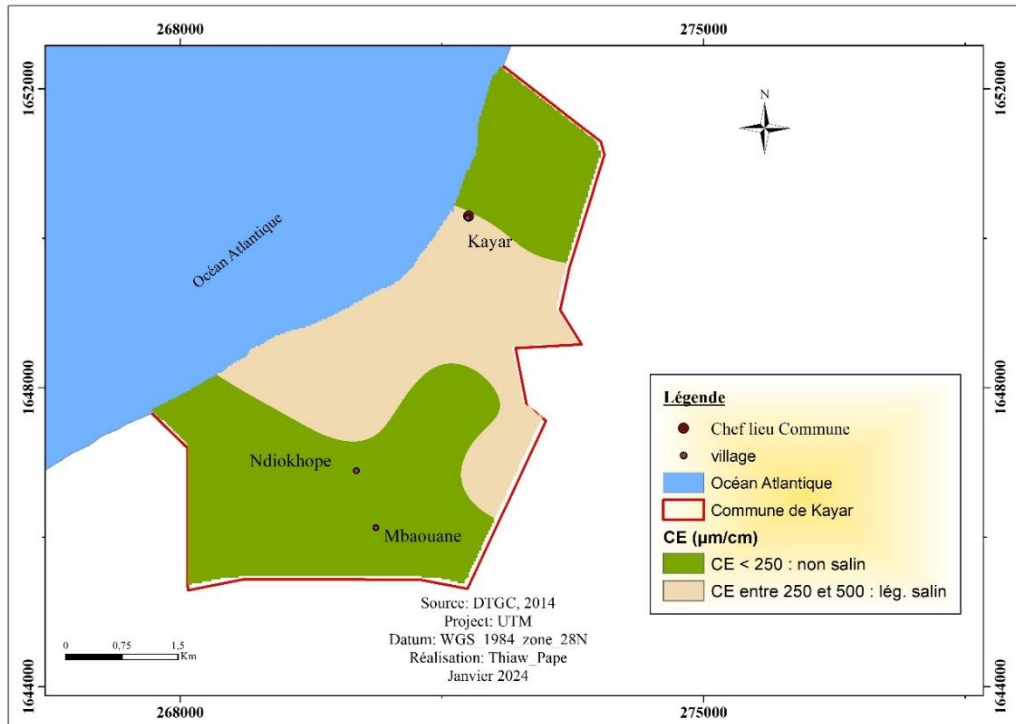


Figure 6 : Carte de la variabilité spatiale de la Conductivité électrique

La plupart des échantillons de sol des périmètres étudiés ne présentent pas de niveaux élevés de salinité, avec une majorité classée comme non salin. Cependant, il existe quelques échantillons avec des niveaux de salinité légère à modérée, mais aucun ne dépasse le seuil de salinité très élevé ou extrêmement élevé selon le référentiel d'analyse de Bocoum, (2004). De plus, la **Figure 7** présente une analyse synthétique des paramètres chimiques et des éléments fertilisants du sol, ce qui permet d'avoir une vision d'ensemble de la composition chimique et nutritive des sols dans divers sites. Les informations collectées incluent différents paramètres essentiels tels que le pH, la conductivité électrique, le taux de carbone organique, la teneur en azote, les cations échangeables, les niveaux de phosphore et de soufre, ainsi que la capacité d'échange cationique. Ces paramètres sont fondamentaux pour évaluer la fertilité et la qualité des sols, et ils jouent un rôle crucial dans la croissance des cultures et la productivité agricole de cette commune de Kayar.

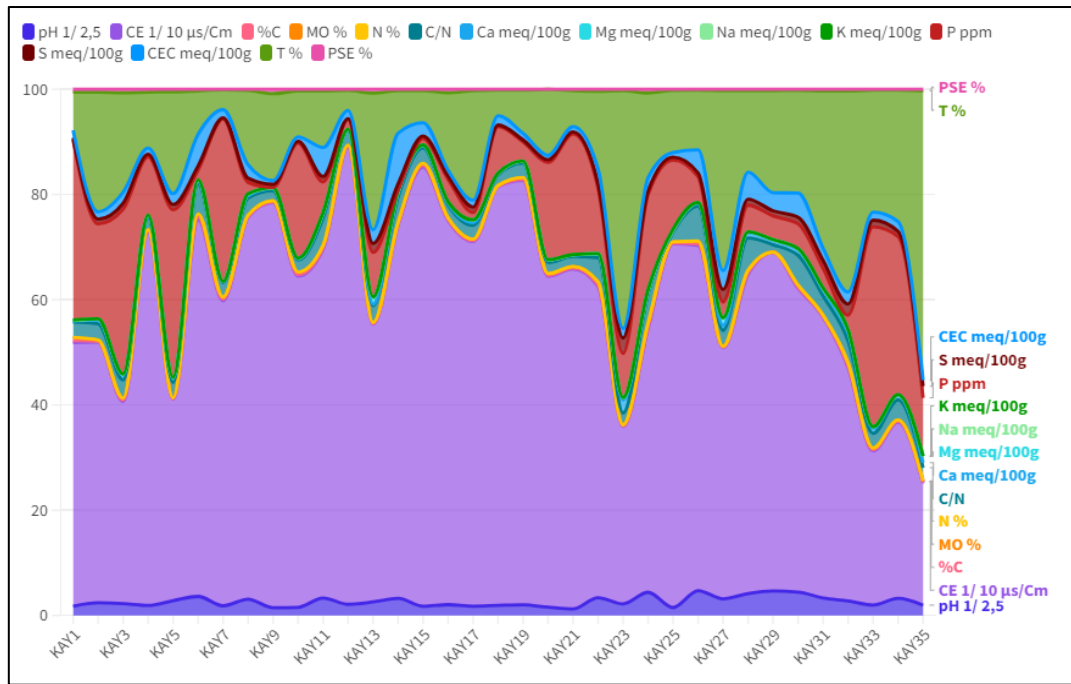


Figure 7 : Aperçu synthétique des paramètres chimiques et des éléments nutritifs du sol

Dans l'analyse synthétique de ces données, nous pouvons clairement identifier des tendances et des variations significatives dans la dégradation chimique des sols de Kayar. La compréhension de cette dégradation est nécessaire dans les pratiques de gestion des sols et peut aider à optimiser les rendements agricoles tout en maintenant la durabilité de cet écosystème. La **Figure 7** fournit des données sur divers paramètres chimiques du sol pour différents horizons (0-30 cm) dans différents sites (P1 à P9). En plus du pH et de la CE analysés précédemment (**Figures 5 et 6**), des éléments fertilisants tels que le % de Carbone (%C) et Matière Organique (MO %) sont représentés. Le %C varie de 0,04 % à 1,31 %. La plupart des échantillons de sol étudiés ont une faible teneur en carbone organique, tandis qu'une minorité présente une teneur modérée. Aucun échantillon n'a une teneur en carbone organique élevée. Les valeurs de MO % varient de 0,06 % à 2,25 %. Ces valeurs indiquent un faible à moyen teneur en matière organique pour l'ensemble des échantillons. S'agissant de l'Azote (N %), les valeurs varient de 0,01 % à 0,12 %. La plupart des échantillons ont une faible teneur en azote, avec quelques-uns ayant une teneur légèrement plus élevée. Pour le calcium en meq/100g : Les concentrations en milliéquivalents de calcium (Ca) pour 100g de sol fluctuent entre 0,375 et 8,775. Les niveaux de calcium sont très différents, avec des valeurs allant de "Faibles" à "Élevés" pour tous les échantillons de sol. Pour le Mg : Les valeurs de magnésium (Mg) exprimées en milliéquivalents pour 100g de sol varient de 0,07 à 4,35. Elles montrent une variabilité dans la concentration de magnésium, allant de "Faible" à "Très élevé". Concernant le Sodium (Na meq/100g): Les valeurs exprimées en milliéquivalents pour 100g de sol varient de 0,01 à 0,27. Ces valeurs indiquent des niveaux de sodium généralement "Faibles". Quand il s'agit du Potassium (K meq/100g) : Les valeurs de potassium (K) exprimées en milliéquivalents pour 100g de sol varient de 0,01 à 3,28. Elles montrent une gamme de niveaux de potassium, allant de "Très faible" à "Moyen". Pour le Phosphore (P ppm) : les valeurs varient de 2,1 à 106,0 ppm. Dans l'ensemble des échantillons, on note que les niveaux de phosphore varient, certains échantillons présentant des niveaux plus élevés que d'autres à niveau très bas. Les valeurs du soufre (S) exprimées en milliéquivalents pour 100g de sol varient de 0,1 à 10,45. Elles montrent une gamme de niveaux de soufre, allant de "Faible" à "Très riche", donc une variation spatiale très marquée également. Tous les échantillons du sol présentent des caractéristiques chimiques variables, notamment le carbone, la matière organique, l'azote, la capacité d'échange cationique, le phosphore et la saturation en bases. Ces paramètres indiquent des indices de dégradation du sol, ce qui permet de discuter les résultats pour mieux comprendre leurs implications dans les Niayes de Kayar.

4. Discussion

Les résultats mettent en lumière une dégradation physico-chimique significative des sols dans les Niayes la commune de Kayar. Cette récente compréhension met en exergue l'ampleur du problème de la dégradation des sols dans ces Niayes, mettant en évidence des niveaux de salinité, de pH déséquilibrés et une diminution significative de la fertilité du sol. Cependant, les faiblesses potentielles des résultats par rapport à l'étendu de la zone, peut être justifiée par les limitations méthodologiques telles que des échantillonnages limités dans l'espace. Cela ouvre la voie à de nouveaux questionnements sur la nécessité d'une collecte de données plus étendue et d'une analyse approfondie pour mieux comprendre les mécanismes de dégradation des sols dans cette Commune.

4-1. Les facteurs de la dégradation physico-chimique des sols des Niayes de Kayar

Des études antérieures comme celle de [13] ont mis en évidence les facteurs de dégradation des sols dans les zones semi-arides du Sénégal, mettant en avant l'impact des pratiques agricoles non durables, de la désertification et du changement climatique. Selon le rapport final du projet projet de renforcement des capacités des petits producteurs horticoles en République du Sénégal 2022 [14], la dégradation physico-chimique des sols dans les Niayes de la commune de Kayar constitue un enjeu majeur pour la durabilité agricole et environnementale de cette commune. Les Niayes sont en effet une zone côtière caractérisée par une forte pression démographique, une intensification agricole, le maraichage particulièrement et une urbanisation croissante, ce qui entraîne une exploitation excessive des ressources naturelles, notamment des sols. STEICHEN, [15], cette exploitation non durable conduit à une diminution de la fertilité des sols, à une salinisation accrue due à l'intrusion d'eau de mer, à une érosion éolienne et hydrique, ainsi qu'à une dégradation de la structure du sol.

4-2. La salinité des sols des Niayes de la commune kayar

La présence accrue de sel dans le sol perturbe l'équilibre ionique et altère la structure du sol, réduisant ainsi sa fertilité et sa capacité à soutenir la croissance des cultures. Les travaux de [16, 17], révèlent de cette même dynamique de dégradation. Par ces études, ils évaluent la qualité des sols cultivés dans les Niayes, en analysant leur composition physico-chimique et en identifiant les principales menaces pour leur fertilité. Il en est de même, le rapport d'activité d'ENDA pronat, 2020 [18]. Ce rapport démontre l'impact de la salinité sur les caractéristiques physico-chimiques des sols des Niayes, en mettant en lumière les effets de la salinisation sur la fertilité des sols. La connaissance des effets du sel sur les sols et des propriétés physico-chimiques de ces sols est essentielle pour mettre en œuvre des pratiques de gestion durable, telles que la sélection de cultures tolérantes au sel et la mise en place de pratiques agricoles plus respectueuses de l'environnement. Les effets délétères de ces produits chimiques tels que le sodium sont par ailleurs non négligeables sur la structure du sol. En particulier, le cation sodium (Na^+) qui perturbe non seulement la croissance et le développement des plantes, mais il entraîne également une déformation du sol.

4-3. La granulométrie des sols des Niayes de Kayar

En utilisant l'analyse granulométrique, on peut évaluer le pourcentage des différentes particules (texture) du sol. Les résultats obtenus renseignent alors sur les propriétés physiques du sol telles que l'érosion, l'aération, la capacité de rétention en eau et en nutriment du sol, la sensibilité à la compaction comme le montre les travaux de [19, 20]. La classe sableuse très dominante ici, bien aérée, est facile à travailler mais pauvre en eau et en éléments nutritifs, avec une faible capacité d'échange cationique. Pour une classe limoneuse, l'excès de limon et une insuffisance d'argile peut être à l'origine de la formation d'une structure massive

accompagnée de mauvaises propriétés physiques corrigeable par une teneur satisfaisante en humus et calcium. Les sols de cette classe sont sensibles aux agents de dégradations (climats et érosion) car se tassent facilement et développent une croûte de battance. Pour une classe argileuse, les sols sont chimiquement riches avec de mauvaises propriétés physiques (imperméabilité et mauvaise aération) et dont un obstacle au développement racinaire des racines et au labour. Cette classe sableuse qui caractérise la zone (sable moyen et sable fin) accentue les risques d'érosion éolienne, marqué par l'ensablement des *Niayes* qui constitue un phénomène spectaculaire. De cette manière, le transport éolien affecte les particules de la taille de la poussière jusqu'à 2 mm de diamètre, ce qui permet de déplacer ces particules de quelques mètres à plusieurs kilomètres. Ce qui provoque, en fonction de la taille ces particules, des dommages variés aux infrastructures et à l'environnement. En raison de l'abrasion causée par le bombardement répétitif des grains de sables sur les feuilles et les tiges des végétaux, la saltation des particules de sables est un moyen de déplacement traumatisant pour la végétation. Elle aboutit à l'échelle humaine de temps, à la réduction des superficies maraichères ou à une destruction du potentiel biologique des sols. Le sable, libéré des cordons dunaires et remanié, transite en effet dans les couloirs interdunaires, crée des obstacles dunaires favorisant l'ensablement des périmètres maraichers. Ce qui multiplie ainsi les risque d'un ensablement généralisé qui à l'origine, est dû à un phénomène d'érosion éolienne intense. La prise en charge et la mise en mouvement des particules de sables par le vent exigent une vitesse supérieure à 4 m/s d'après les travaux de [21] pour un substrat composé de particules de tailles entrant dans la compétence éolienne. L'importance des résultats de cette étude est capitale pour la gestion durable de l'agriculture dans cette commune. En identifiant les principaux facteurs de dégradation, tels que la salinisation, l'érosion et la perte de fertilité, cette recherche offre des informations essentielles pour les agriculteurs ainsi que les décideurs. La mise en œuvre de techniques de gestion durable basées sur ces résultats pourrait améliorer significativement la résilience des systèmes agricoles locaux face aux défis environnementaux comme en témoignent les travaux de [22]. La dégradation des sols, si elle n'est pas maîtrisée, peut entraîner une baisse des rendements agricoles, affectant directement les moyens de subsistance des agriculteurs et la disponibilité des denrées alimentaires. En proposant des stratégies de gestion durable des sols, cette recherche contribue à stabiliser et potentiellement augmenter les rendements, assurant ainsi une sécurité alimentaire accrue ; comme le justifie [23]. De plus, des pratiques agricoles durables peuvent réduire les coûts à long terme en diminuant la nécessité de recours aux intrants chimiques coûteux et en préservant la qualité des terres pour les générations futures.

5. Conclusion

L'étude de la dégradation des sols des Niayes de la commune de Kayar au Sénégal a révélé une dégradation physique et chimique importante des sols. Les échantillons présentent une large gamme de valeurs pour des paramètres clés tels que le pH, CE, C%, MO%, les éléments nutritifs, la capacité d'échange cationique et le pourcentage de saturation en bases. Cependant, ces valeurs sont souvent faibles, suggérant une dégradation des sols. Une faible teneur en carbone et en matière organique, ainsi que des niveaux de nutriments essentiels, compromettent la fertilité et la productivité des sols, affectant la durabilité des systèmes agricoles. De plus, la dégradation des sols peut entraîner une dégradation de l'environnement, comme la perte de biodiversité et l'érosion des sols. Par conséquent, des mesures urgentes de conservation et de restauration des sols, telles que la gestion efficace des résidus de culture, la rotation des cultures, l'agroforesterie et la conservation de l'eau, sont nécessaires.

Références

- [1] - FAYE SERIGNE, « Cartographie de la vulnérabilité de la nappe des Niayes à l'intrusion saline : Evaluation - cartographie et orientations stratégiques pour une meilleure gestion ». Rapport final-cartographie de la vulnérabilité de la Zone des Niayes-PADEN, (2017) 81 p.
- [2] - M. FALL, S. NIANG & B. A. SY, « *Les Niayes du Littoral Nord du Senegal : Processus de Mise en Place, Salinisation des eaux Souterraines et des Sols* ». ESI Preprints, (2022)
- [3] - Atlas des pesticides, Faits et chiffres sur les substances chimiques toxiques dans l'agriculture, (2023) 68 p.
- [4] - M. D. DIALLO et al, « Etude comparative de la salinité de l'eau et des sols dans la zone Nord des Niayes (Sénégal) », *African Crop Science Journal*, Vol. 23, N°2 (2015) 101 - 111 p.
- [5] - MARIAMA DALANDA DIALLO, T. NGAMB, Alphonse. K. TINE, M. GUISSSE, O. NDIAYE, SALEH M. MAHAMAT, A. DIALLO, S. SECK, A. DIOP et A. GUISSSE, *Etude comparative de la salinité de l'eau et des sols dans la zone Nord des Niayes (Sénégal)*, *AfricanCrop Science Journal*, Vol. 23, N° 2 (2015) 101 - 111 p.
- [6] - ANSTS, *Restauration et valorisation des terres salées au Sénégal*. Académie nationale des sciences et techniques du Sénégal. Dakar, (2019)
- [7] - AUMN, *Projet de production durable et compétitive du chou dans la zone des Niayes*. Rapport du quatrième semestre, (2014) 39 p.
- [8] - PIESAN, *Bulletin d'information*, N° 4 (2023)
- [9] - DAPSA, « *Rapport de l'Enquête Agricole Annuelle (EAA)* », (2022 - 2023)
- [10] - IPAR, « *Atelier de diagnostic des priorités et d'adoption d'une stratégie commune pour le développement de Kayar avec l'exploitation des hydrocarbures* », (2018) 17 p.
- [11] - CSE, *Rapport sur l'État de l'Environnement (REE) du Sénégal*. Edition 2015. Centre de Suivi Ecologique (CSE), (2015)
- [12] - P. THIAW, S. A. SOW, C. A. T. FAYE, A. A. SY & B. A. SY, Analyse de la dégradation physico-chimique des sols dans les Niayes de la Commune de Darou Khoudoss (Région de Thiès, Sénégal). *Revue Internationale De La Recherche Scientifique (Revue-IRS)*, 2 (3) (2024) 1253 - 1276
- [13] - I. S. M. ADJOVI et al., « *Les pratiques d'utilisation des pesticides par les maraichers au Bénin : perspectives sociologiques* » *Global Journal of Arts, Humanities and Social Sciences*, Vol. 8, N° 2 (2020) 22 -45 p.
- [14] - Ministère de l'Agriculture et de l'Équipement Rural du Sénégal — JICA ; *Projet de renforcement des capacités des petits producteurs horticoles en République du Sénégal* ; Rapport final du projet, (2022)
- [15] - PASCALE STEICHEN, « Terres, sols et sécurité alimentaire », *Revue juridique de l'environnement*, Vol. 38, N° 4 (2013) 595 - 612 p.
- [16] - S. NIANG, A. A. SY et B. A. SY, « Evolution spatiale et hydrochimique de la salinité de l'eau d'irrigation dans le Gandiolais, littoral nord du Sénégal », *revue de géographie du laboratoire Leïdi*, (2016) 241 - 257 p.
- [17] - S. NIANG, Dégradation chimique et mécanique des terres agricoles du Gandiolais (littoral Nord du Sénégal) et analyse des dynamiques actuelles d'adaptation. Thèse de 3^{em} cycle ; UFR de Lettres et Sciences Humaines, section de Géographie, UGB, (2017) 357 p.
- [18] - PRONAT ENDA, « Une transition agroécologique pour la souveraineté alimentaire au Sénégal » ; Rapport d'activité, (2020) 20 p.
- [19] - A. A. SY, Dynamique sédimentaire et risques actuels dans l'axe Saint-Louis-Gandiol, littoral Nord du Sénégal, Thèse de Doctorat, UGB, (2013) 293 p.
- [20] - M. B. SECK et al., « Transport des débits massiques éoliens dans la zone des Niayes : cas du secteur de Mboro, littoral Nord du Sénégal ». *RGLL*, N°23 (2020) 203 - 217 p.
- [21] - B. A. SY et al., « Résultats des mesures et des observations in situ du mouvement des débits solides éoliens à la station de Gadga dans le Gandiolais au Sénégal », *Revue de Géographie du Laboratoire Leïdi*, N°09 (2012) 90 - 104 p.
- [22] - DIOUF et al., « L'agroécologie dans la zone des Niayes : expériences d'une transition dans les communes de Diénder Guédj et de Kayar (Sénégal) » *Revue Ivoirienne de Géographie des Savanes*, N° 8 (Juin 2020) 24 p., ISSN 2521-2125
- [23] - EMMANUEL GEOFFRIAU, « *La conception de systèmes horticoles écologiquement innovants, guide d'usage* », UVED, (2014) 24 p.