Impact des activités extractives sur la santé des sols et risques de transfert de contaminants dans la chaîne alimentaire : cas des communes, Darou Khoudoss, Mbor, Méouane et Taïba Ndiaye (Sénégal).

Impact of mining activities on soil health and risks of contaminant transfer into the food chain: The case of Méouane and Taïba Ndiaye communes (Senegal).

[1]SECK Henri Marcel, [2]DIALLO Ibrahima, [3]FAYE Ibra et [4]DIOP Mame Diarra

Résumé

Dans les pays en développement, la coexistence spatiale entre les industries extractives et les terroirs villageois engendre de sévères perturbations biophysiques sur la ressource pédologique. Ce défi majeur est évalué ici à travers l'empreinte technogénique et le niveau de dégradation chimique des sols sous influence minière et énergétique (ICS, GCO, SSPT, SEPHOS, Tobène Power) dans le département de Tivaouane (Sénégal), zone charnière abritant le bassin horticole des Niayes. En s'appuyant sur un échantillonnage ponctuel exhaustif mené sur la couche arable (0-50 cm) au sein de cinq sites stratégiques, les analyses physico-chimiques exécutées au laboratoire de l'Institut National de Pédologie (INP) de Dakar ont ciblé les indicateurs clés de fertilité et de toxicité (pH, conductivité électrique, bilan organique C/N, phosphore assimilable, CEC et bases échangeables). Les résultats et les perceptions paysannes mettent en évidence une rupture des équilibres hydro-pédologiques, où la fragilité intrinsèque des sols dominants (ferrugineux, minéraux bruts et peu évolués d'apport) est exacerbée par les rejets de poussières diffuses et d'effluents acides, entraînant une acidification, une salinisation locale et une chute drastique de la fertilité minérale. Bien que les producteurs locaux développent des stratégies d'adaptation endogènes par l'amendement massif en fientes de volaille pour rehausser le pH et reconstituer la matrice terreuse, cette réponse paysanne s'avère insuffisante à l'échelle de la dégradation chimique actuelle. Cette étude souligne ainsi l'urgence de formuler des protocoles de réhabilitation co-construits, associant ces savoirs endogènes à des techniques de remédiation intégrées (amendements calcaires, barrières vertes de filaos et aménagements anti-érosifs), afin de sécuriser durablement l'interface eau-sol-plante et de préserver ce maillon stratégique de la sécurité alimentaire sénégalaise.

Mots-clés : Tivaouane (Sénégal), Caractérisation des sols, Industrie extractive, Fertilité agronomique, Pollution chimique.

Abstract

In developing countries, the spatial coexistence between extractive industries and village lands generates severe biophysical disruptions to soil resources. This major challenge is assessed here through the technogenic footprint and the level of chemical degradation of soils under mining and energy influence (ICS, GCO, SSPT, SEPHOS, Tobène Power) in the Tivaouane department (Senegal), a pivotal zone home to the Niayes horticultural basin. Based on comprehensive point sampling conducted on the topsoil (0-50 cm) across five strategic sites, physico-chemical analyses performed at the laboratory of the *Institut National de Pédologie* (INP) in Dakar targeted key fertility and toxicity indicators (pH, electrical conductivity, C/N organic balance, available phosphorus, CEC, and exchangeable bases). The results, coupled with farmers' perceptions, highlight a disruption of hydro-pedological balances, where the intrinsic fragility of dominant soils (ferruginous, raw mineral, and weakly developed alluvial soils) is exacerbated by diffuse dust emissions and acidic effluents, leading to acidification, localized salinization, and a drastic drop in mineral fertility. Although local producers develop endogenous adaptation strategies through massive amendments of poultry manure to raise pH and restore the soil matrix, this peasant response proves insufficient against the scale of current chemical degradation. This study thus underlines the urgency of formulating co-constructed rehabilitation protocols, combining this traditional knowledge with integrated remediation techniques (lime amendments, Casuarina green barriers, and anti-erosion management), in order to sustainably secure the water-soil-plant interface and preserve this strategic link for Senegalese food security.

Keywords : Tivaouane (Senegal), Soil characterization, Extractive industry, Agronomic fertility, Chemical pollution.

Introduction

L'expansion des activités industrielles et extractives constitue, à l'échelle mondiale, l'un des principaux moteurs du développement socio-économique, bien qu'elle s'accompagne de perturbations biophysiques documentées au sein des écosystèmes récepteurs (PNUE, 2023, p.24). Parmi ces compartiments, la ressource pédologique s'avère particulièrement vulnérable aux dynamiques technogéniques, alors qu'elle assure des fonctions écologiques et agronomiques vitales pour les communautés locales.

Dans les régions semi-arides d'Afrique de l'Ouest, et plus spécifiquement au sein des grands bassins de production agricole du Sénégal, la coexistence spatiale entre les concessions minières et les terroirs villageois engendre des conflits d'usage et des risques environnementaux croissants (A. K. FAYE et F. R. KONÉ, 2021, p. 14). Le département de Tivaouane se situe aujourd'hui au cœur de cette problématique de dégradation des terres. Ce territoire est en effet caractérisé par une imbrication étroite entre de grands complexes industriels (Phosphates des ICS, sables titanifères de Grande Côte Opérations - GCO) et une agriculture horticole hautement stratégique intégrée à la zone des Niayes. Cette dernière est un maillon économique majeur qui fournit plus de 60 % de la production maraîchère nationale (IPAR, 2024, p. 18).

Bien que la littérature scientifique ait largement abordé les impacts macro-économiques de l'exploitation minière ou les modifications physiques évidentes du paysage à travers les excavations et les terrils, les dynamiques fines de dégradation chimique et de perte de fertilité des sols adjacents demeurent insuffisamment caractérisées à l'échelle locale. À l'échelle nationale, la dégradation des sols constitue pourtant une préoccupation majeure, touchant environ 32 % des ménages agricoles selon les données de l'Enquête Agricole Annuelle (DAPSA, 2021, p. 45). À Tivaouane, la baisse drastique des rendements agricoles et le dépérissement de la végétation, fréquemment signalés par les populations riveraines et relayés par les autorités municipales (Commune de Méouane, 2025, p. 34), soulignent l'urgence d'établir un diagnostic rigoureux de l'interface eau-sol-plante. La porosité intrinsèque des sols dominants de la zone, notamment les sols Dior et Deck-Dior qui présentent une fraction sableuse souvent supérieure à 90 % (B. A. SY, 2013, p. 84 ; M. B. SYLLA, R. DIMBÉ et A. DIEDHIOU, 2021, p. 118), combinée aux retombées de poussières industrielles et aux infiltrations d'effluents, fait peser une menace directe non seulement sur la durabilité de la couche arable (0-50 cm), mais également sur la sécurité sanitaire de la chaîne alimentaire en raison des risques de transfert de contaminants vers la rhizosphère.

Face à ces enjeux, la présente étude se propose d'évaluer la qualité physico-chimique et le niveau de dégradation des sols soumis à l'influence directe des infrastructures industrielles du

département de Tivaouane. En s'appuyant sur une approche méthodologique comparative et un protocole rigoureux d'analyses en laboratoire (pH, bilan organique, dynamique du phosphore et du complexe absorbant), ce travail vise un double objectif : d'une part, discriminer le bruit de fond géochimique naturel des apports anthropiques liés aux processus d'extraction, et d'autre part, analyser l'efficacité des stratégies d'adaptation paysannes, notamment à travers l'émergence de pratiques agroécologiques locales (APS, 2026, p. 2), face à l'épuisement minéral. À terme, les résultats de cette caractérisation ambitionnent de fournir un corpus de données scientifiques indispensable pour orienter les protocoles de réhabilitation écologique et sécuriser l'avenir agronomique de ce maillon clé du bassin arachidier et horticole sénégalais.

1. Méthodologie de caractérisation des sols

L'évaluation de l'impact environnemental des activités extractives repose sur une caractérisation rigoureuse des sols environnants. Pour ce faire, une approche comparative a été adoptée, permettant de discriminer les concentrations naturelles des apports anthropiques liés à l'exploitation minière et énergétique dans le département de Tivaouane.

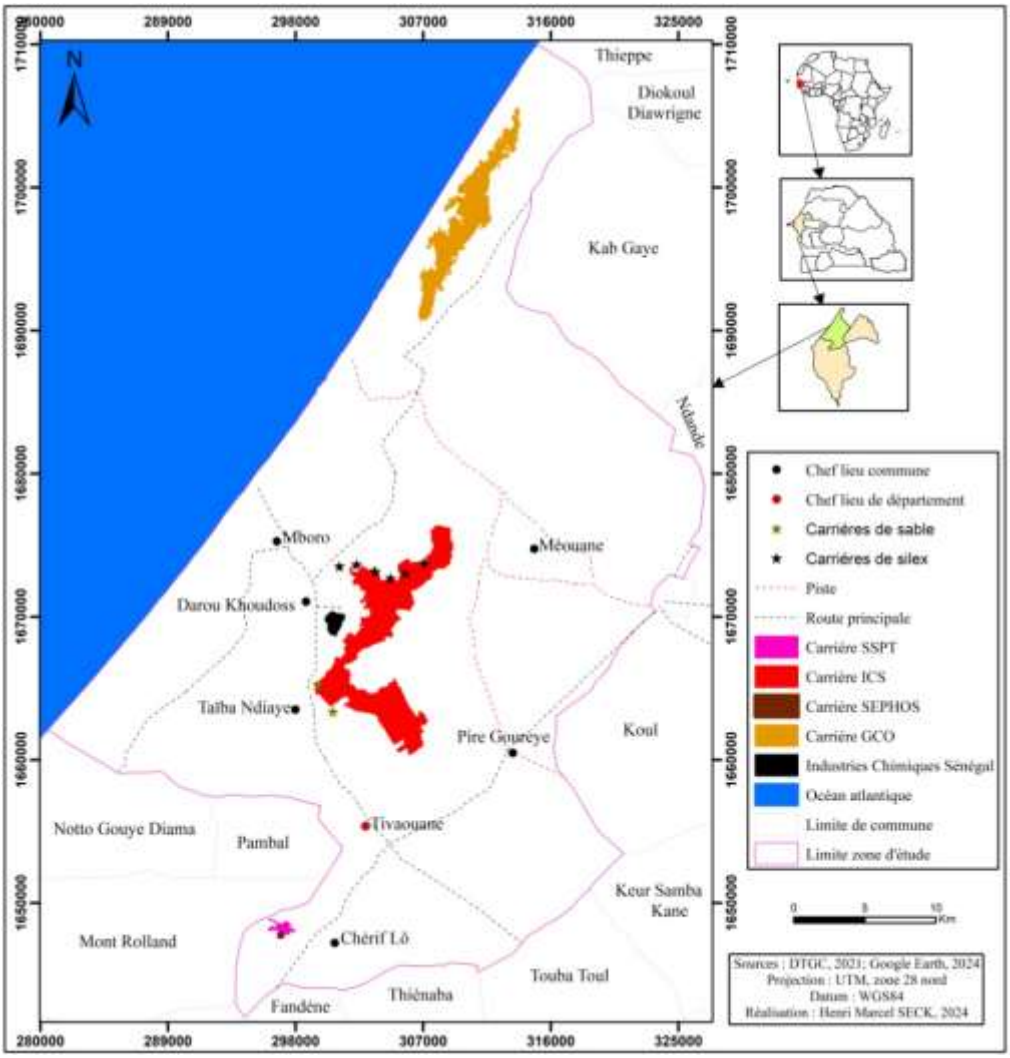
1.1. Le cadre géographique des communes de Tivaouane : un carrefour agro-industriel sous haute pression environnementale

Située au cœur de la façade maritime de l'Afrique de l'Ouest, la zone d'étude s'inscrit dans une position géographique stratégique au sein de la région de Thiès (Sénégal), couvrant les franges septentrionale et méridionale du département de Tivaouane. Intégré dans le complexe écosystémique des Niayes, ce territoire structuré autour de sept communes (Darou Khoudoss, Taïba Ndiaye, Mboro, Méouane, Pire Goureye, Tivaouane et Chérif Lô) est délimité au nord par la commune de Thieppe et l'Océan Atlantique, au sud par plusieurs communes (Fandène, Thiénaba, Touba Toul, Pambal, Notto Gouye Diama), à l'ouest par une ouverture maritime longée par les reliefs de Mont-Rolland, et à l'est par une zone de transition sylvopastorale englobant Keur Samba Kane, Koul, Mékhé, Ndande, Kab Gaye et Diokoul Diawrigne (figure 1).

Cette configuration spatiale en fait un carrefour névralgique où cohabitent de manière conflictuelle les fleurons de l'industrie extractive nationale notamment les Industries Chimiques du Sénégal (ICS), Grande Côte Opérations (GCO), la SSPT, SEPHOS et la centrale de Tobène Power et un bassin de production agricole et maraîchère indispensable à la sécurité alimentaire du pays (ANSD, 2024). L'analyse du foncier révèle que la superposition des concessions minières sur les terres agricoles utiles atteint dans certaines de ces communes des taux critiques, générant de vifs conflits d'usage de l'espace (IPAR, 2022, p. 4 ; A. K. FAYE et F. R. KONÉ, 2021, p. 18).

Cependant, la concentration de ces infrastructures minières au cœur des terroirs villageois rompt les équilibres hydro-pédologiques de cette dépression littorale. L'aquifère superficiel des sables quaternaires (dit nappe phréatique des Niayes), dont le niveau piézométrique affleurant ou sub-affleurant alimente les cultures de plein champ en cuvettes, présente une vulnérabilité intrinsèque élevée à la pollution en raison de l'absence de niveau semi-perméable protecteur (F. DIOUF, M. SARR et B. SAMBOU, 2018, p. 19). Cette ressource se retrouve aujourd'hui exposée à la pollution chimique des sols induite par l'infiltration potentielle des eaux de lixiviation des terrils, les retombées de poussières atmosphériques particulaires et acides, et les rejets des bassins industriels. Cette dynamique, documentée par plusieurs alertes environnementales d'ONG locales (Lumière Synergie pour le Développement, p. 14), tend à transformer progressivement cet éco-complexe horticole d'intérêt national en un espace de risques biogéochimiques majeurs, où la dégradation chimique de la terre fine menace à terme la pérennité de l'activité agricole et la santé des populations riveraines.

Figure 1 : Localisation de la zone d'étude et des carrières extractives étudiées



1.2. Choix de l'échantillon et stratégie spatiale

Le choix de la stratégie d'échantillonnage constitue le pilier de la représentativité statistique et scientifique des données collectées. Dans cette étude, la méthode de l'échantillonnage ponctuel a été privilégiée car elle permet, selon le Ministère du Développement Durable du Québec (2008), une caractérisation exhaustive indispensable pour isoler les « points chauds » de contamination, définir la variabilité spatiale des polluants et modéliser leur hétérogénéité matricielle. Cette approche offre l'avantage majeur d'établir une corrélation directe entre les sources d'émission industrielles et le gradient de pollution observé, facilitant ainsi la délimitation des zones d'influence. Conformément aux principes théoriques de PÉPIN, (1997, p. 148), le dispositif a été rigoureusement structuré autour de variables clés telles que la précision des coordonnées géographiques relevées à l'aide d'un GPS de marque *Garmin Etrex 30x*, la représentativité par rapport à l'objet d'étude et la spécificité des polluants ciblés, aboutissant à la sélection de cinq (5) sites stratégiques localisés dans la zone d'influence directe de chaque grand complexe industriel (ICS, GCO, SSPT, SEPHOS) et de la centrale thermique de Tobène Power.

1.3. Protocole de prélèvement et horizon d'étude

Le protocole de prélèvement sur le terrain repose sur une méthode à faible profondeur (moins de 1 mètre), choisie pour sa pertinence écologique et sa faisabilité technique (MGENI MIGHA, 2018, p. 94), avec une collecte ciblée sur une tranche verticale de 0 à 50 cm à l'aide d'une pelle et d'une règle graduée, en veillant à maintenir des parois stables pour éviter toute contamination par effondrement des horizons superficiels. Ce choix d'horizon se justifie par une double argumentation : d'une part, une dimension agronomique puisque, selon B. Sambou (2007, p. 112), cette zone correspond à la rhizosphère active des cultures locales (arachide, manioc, niébé) et des essences arborées dominantes (manguier, anacardier), constituant ainsi le siège principal des transferts de nutriments et de polluants vers la chaîne alimentaire ; d'autre part, une dimension environnementale qui, en dépassant largement les standards de 15 cm préconisés par le Règlement de l'Ontario (2003, p. 42), permet de capter la lixiviation verticale et la migration des contaminants issus des poussières et rejets miniers. Opérationnellement, un échantillon homogène de 500 g a été prélevé sur chacun des cinq sites au mois de septembre 2021 (période hivernale), immédiatement conditionné dans des sacs plastiques à double épaisseur soigneusement étiquetés, puis conservé dans une glacière afin de stabiliser ses propriétés physico-chimiques et de minimiser les altérations biogéochimiques durant son transfert.

1.4. Traitement et préparation des échantillons en laboratoire

Le traitement et l'analyse des échantillons ont été confiés au laboratoire de l'Institut National de Pédologie (INP) de Dakar, suivant une séquence méthodologique rigoureuse et normalisée dont la première phase a nécessité un séchage contrôlé à l'air libre, modulé selon l'hygrométrie ambiante du laboratoire, afin de stabiliser les sols prélevés en saison des pluies (Planche photographique 1). Après séchage, chaque échantillon a été pesé à l'aide d'une balance de précision de marque *Sartorius ISO 9001* avant d'être soumis à un tamisage mécanique standardisé à travers une maille à trous ronds de 2 mm (criblage). Ce procédé, répété jusqu'à séparation complète de la fraction fine et des éléments grossiers (cailloux et graviers de diamètre supérieur à 2 mm, débris organiques grossiers), a permis d'isoler la « terre fine » nécessaire aux analyses chimiques, tandis que les étapes ultérieures d'extraction et de séparation des phases de la solution de sol ont été finalisées par centrifugation.

Planche photographique 1 : Préparation des échantillons de sols au laboratoire de l'INP



Photo : Seck, septembre 2022

1.5. Analyses physico-chimiques et référentiels d'interprétation

Les procédures analytiques ont été exécutées selon le protocole technique de l'INP, en mobilisant un ensemble d'appareillages de précision (pH-mètre, conductimètre, flacons, erlenmeyers, entonnoirs et aspirateur sous vide) illustrés dans la Planche photographique 2, afin de diagnostiquer la santé des sols et d'identifier les risques de toxicité liés aux activités industrielles environnantes. Pour ce faire, les valeurs de pH déduites par potentiométrie ont été interprétées à l'aide de la légende des séries de sols de l'INP, tandis que le degré de salinité a été évalué par la mesure de la conductivité électrique (CE) suivant les normes de Durand (1983). Par ailleurs, le statut organique incluant le carbone organique (C), l'azote global (N) et le taux de matière organique (MO) a été quantifié d'après l'échelle d'interprétation du CIRAD-GRET (2002), le rapport C/N permettant quant à lui d'apprécier la dynamique de minéralisation et l'activité biologique globale (INP, 2012, p. 12 ; J.-H. DURAND, 1983, p. 75 ; CIRAD-GRET,

2002, p. 312 ; F. RAMADE, 2008, p. 142). Enfin, le statut du phosphore (P) assimilable ainsi que l'étude du complexe absorbant comprenant la Capacité d'Échange Cationique (CEC) et la somme des bases échangeables Calcium (Ca2), Magnésium (Mg2), Potassium (K2) ont été caractérisés et interprétés selon les seuils critiques définis par J. R. Landon (1984, p. 116), fournissant un corpus d'indicateurs complet pour évaluer le niveau de dégradation chimique de la zone.

Planche photographique 2 : Matériels utilisés pour l'analyse physico-chimique des sols au laboratoire de l'INP (Source : Seck, septembre 2022)

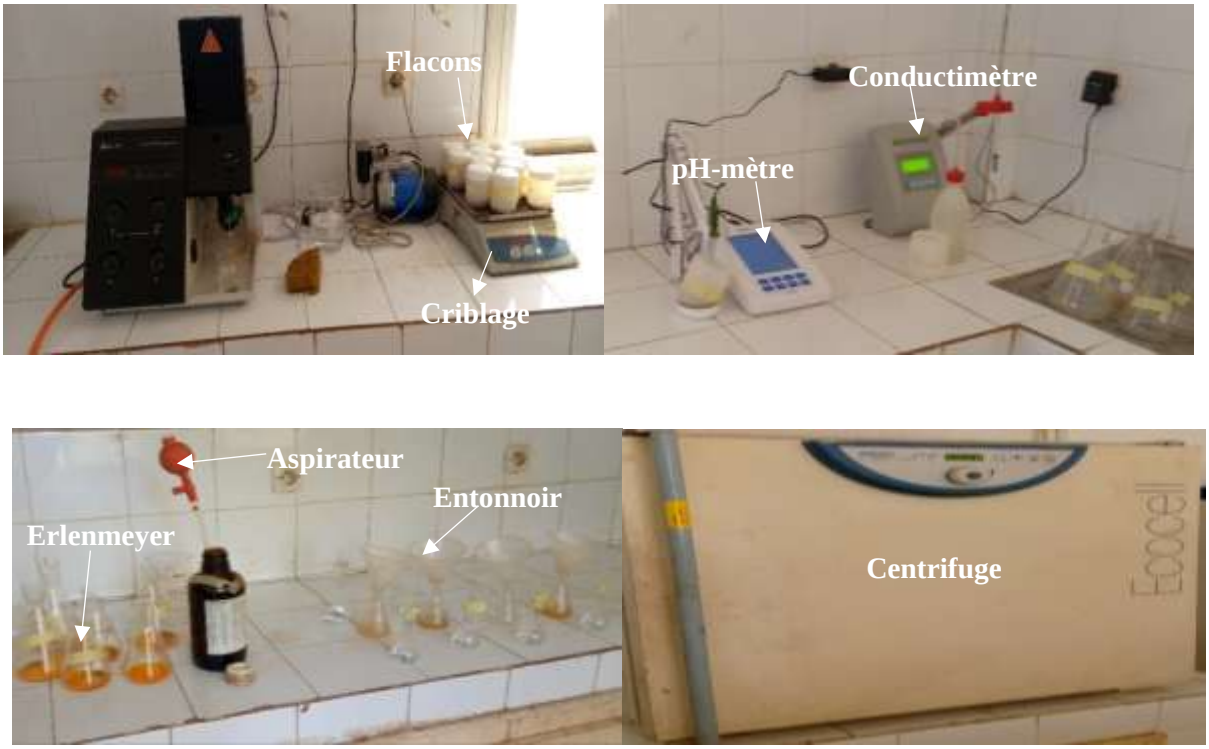


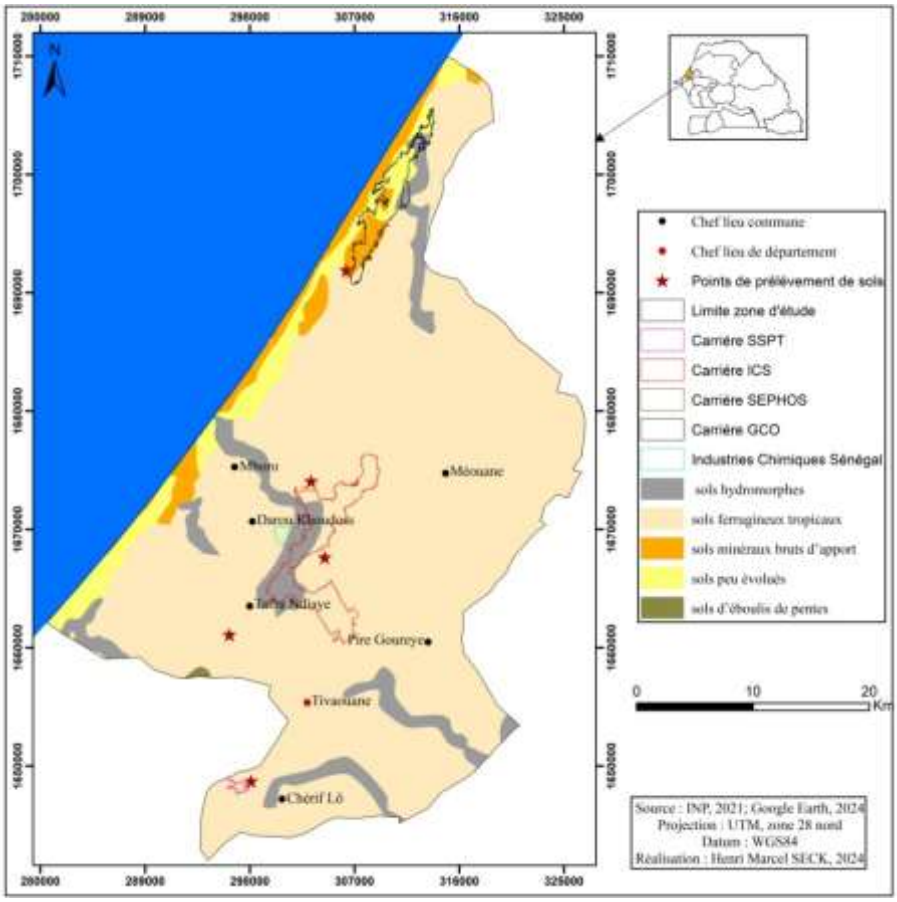
Photo : Seck, septembre 2022

2. Résultats

2.1. Les types de sols rencontrés

Il existe 5 principaux types de sols dans les espaces d'opération des industries extractives étudiées : les sols ferrugineux tropicaux, les sols hydromorphes ou sols de bas-fonds, les sols minéraux bruts d'apport, les sols peu évolués d'apport et les sols d'éboulis de pentes (figure 2).

Figure 2 : Types de sols et points de prélèvement d'échantillon des sols dans les environs des industries extractives



La typologie des sols dans la zone fait ressortir une prédominance des ferrugineux tropicaux avec 115274,26 ha, suivis des sols hydromorphes 11205,44 ha et des sols peu évolués d'apport qui couvrent 7260,64 ha des terres de la zone d'étude. Les sols minéraux bruts d'apport occupent une faible superficie comparée aux autres types de sols. Ils occupent 5364,45 ha (tableau 1).

Tableau 1 : Types de sols rencontrés dans la zone d'étude et leur superficie

Types de sols	Superficie en ha
Sols ferrugineux tropicaux	115274,26
Sols hydromorphes	11205,44
Sols minéraux bruts d'apport	5364,45
Sols peu évolués d'apport	7260,64
Sols éboulis de pentes	2,36
Totale	**139107,15**

Source : Traitement de données INP par SECK, 2024

Les types de sols identifiés dans la zone d'exploitation des industries extractives présentent des caractéristiques très diverses. Dans cet article, les types de sols sont étudiés en relation avec leurs caractéristiques et niveaux de pollution par les industries extractives.

2.1.1. Les sols ferrugineux tropicaux de la zone d'étude : fondements pédologiques, contraintes structurelles et dynamiques agro-industrielles

Initialement décrits en Afrique de l'Ouest par Aubert dès 1945 puis formalisés par Robinson (1947), les sols ferrugineux tropicaux de la zone d'étude se divisent traditionnellement en deux grandes catégories d'importance locale : les types non lessivés (sols Dior) et les types lessivés (sols beiges), bien que leurs faciès rouges observés au niveau des carrières extractives se rapprochent morphologiquement des sols rouges faiblement ferrallitiques (G. AUBERT, 1945, p. 5 ; G. W. ROBINSON, 1947, p. 112 ; G. AUBERT, J. CRUETTE et J. BOULAINE, 1947, p. 24 ; J. HERVIEU, 1961, p. 45). Cartographiés par l'Institut National de Pédologie (INP) comme des formations sur colluvions, ces sols se caractérisent par une individualisation des oxydes de fer ou de manganèse qui leur confère leur coloration typique (rouge, ocre, jaune), associée à un complexe argileux moyennement désaturé (R. KISSOU, M. B. DIALLO et A. NDOYE, s.d.). Du point de vue agronomique, les travaux de P. Quantin (1965, p. 54) et de R. Maignien (1968, p. 118) s'accordent sur la médiocrité de leurs propriétés physiques et sur leur pauvreté chronique en matière organique ainsi qu'en macro-éléments essentiels (NPK). Cette précarité est exacerbée par de lourdes contraintes identifiées par S. Pallo, N. B. COMPAORÉ et M. POUYA (1989, P. 142), notamment une réserve utile en eau très faible qui engendre un « effet passoire », une faible capacitée d'échange cationique (CEC), des valeurs de pH souvent inadéquates pour les cultures, et un taux de gravillons parfois extrême (60 à 80 %) créant une induration qui bloque la pénétration racinaire au-delà de l'horizon de surface. En dépit de ces limitations structurelles, ces formations constituent le support spatial majeur de la zone d'étude, abritant les infrastructures des industries extractives et concentrant les activités de 53,4 % de la population locale ; ils s'imposent ainsi comme le principal terroir de culture hivernale où la flexibilité du substrat sablonneux permet, selon M. Diallo (2011, p. 145), une diversification agricole axée sur des variétés résilientes telles que l'arachide, le niébé, le manioc et le mil.

2.1.2. Les sols hydromorphes et phosphatés face à l'empreinte industrielle : potentialités maraîchères et dynamiques de dégradation chimique

Cartographiés au nord-ouest des concessions des ICS, au nord de la mine de la GCO et à l'est des carrières de la SSPT et de la SEPHOS, les sols hydromorphes de la zone d'étude se distinguent par une forte accumulation de matière organique, le terroir de prédilection du maraîchage et de l'horticulture intensive (pomme de terre, chou, oignon, carotte, aubergine) (V.

SAKHO, 2013, p. 142). Cette richesse superficielle repose sur un sous-sol d'une grande valeur géologique, caractérisé par d'importants gisements de phosphates concentrés dans les communes de Taïba Ndiaye et de Méouane. Cependant, la perception locale d'une abondance passée et de rendements historiquement élevés se heurte aujourd'hui à une réalité alarmante : ces terres subissent un appauvrissement chronique et une dégradation chimique sévère, directement imputables aux impacts environnementaux de la transformation industrielle du phosphate par les ICS (M. LAHMAR, 1996, p. 74). Ce déclin de la fertilité minérale s'inscrit dans une crise pédologique plus globale ; les études du CILSS (2010, p. 34), capitalisées par le PAM et le CNSA (2017, p. 12), révèlent en effet qu'à l'échelle du Sénégal, 63 % des terres arables (soit 2 400 000ha sur 3 805 000 ha sont fortement dégradées. Dans le département de Tivaouane, cette perte prononcée de fertilité transforme progressivement des niches horticoles d'intérêt national en zones d'insécurité agronomique, où la contamination et l'épuisement des sols menacent directement la viabilité à long terme de l'interface eau-sol-plante.

2.1.3. Les sols peu évolués d'apport littoral : dynamiques pédologiques, contraintes agricoles et vulnérabilité face à l'exploitation minière

Occupant une place prépondérante sur la frange littorale de la zone d'étude avec une superficie de 7260,64 ha, ces sols résultent d'une érosion intense ou d'apports sédimentaires récents (éoliens ou fluviatiles) où la pédogenèse reste faible ou nulle. Généralement situés sur des pentes assez fortes, la dynamique d'instabilité des couches superficielles y bloque l'évolution et la structuration profonde du profil (M. ELHACHMI, 2001, p. 87). Aux abords immédiats des industries extractives, cette classe se décline en plusieurs faciès cartographiés par T. Sané (2017, p. 204) : des faciès modaux et lessivés sur terrasses sableuses, des faciès ferrugineux sur terrasses supérieures, ainsi que des faciès hydromorphes sur colluvions et sur vases argileuses peu organiques et peu pyriteuses. Du point de vue agronomique, ces sols souffrent d'une fragilité intrinsèque majeure car ils sont structurellement pauvres en matière organique (J. VIEILLEFON, 1975, p. 214), ce qui limite leur capacité de rétention en eau et en nutriments, restreignant l'agriculture à des cuvettes spécifiques ou à un maraîchage dépendant d'intrants massifs. Cette précarité naturelle est exacerbée par l'exploitation minière environnante (notamment les carrières et l'extraction de sables lourds), qui interfère directement avec ces différents faciès. Les excavations et le défrichage des pentes accentuent le ruissellement et le décapage des horizons superficiels déjà peu évolués, tandis que le lessivage des terrasses sableuses et le dépôt de poussières industrielles altèrent la texture et la composition chimique des faciès hydromorphes bas de versant. En modifiant la topographie et en accélérant l'érosion,

l'activité extractive transforme ces sols d'apport en surfaces hautement instables, menaçant à long terme la survie des espaces horticoles et la sécurité alimentaire des communautés littorales.

2.1.4. Les sols minéraux bruts d'apport littoral : caractéristiques morphologiques et vulnérabilité agricole face à l'exploitation minière

Représentant la quatrième classe pédologique de la zone d'étude avec 5364,45 ha localisés sur la frange littorale, les sols minéraux bruts d'apport se caractérisent par des sédiments marins et fluvio-marines à faciès modal (plages, cordons et dunes) et hydromorphe (vases et sables inter-cordons), complétés selon T. Sané (2017, p. 205) par des lithosols sur cuirasses ou amas coquilliers. Cette configuration géomorphologique crée une dualité agronomique et industrielle majeure : si le faciès hydromorphe des inter-cordons (les dépressions des Niayes) abrite une activité maraîchère intensive hautement stratégique grâce à la proximité de la nappe phréatique, la nature meuble et sableuse des cordons dunaires du faciès modal en fait le siège d'importants gisements de sables minéralisés (ilménite, zircon, rutile) activement exploités par les industries extractives comme la GCO. Cette superposition spatiale engendre un conflit d'usage direct, car l'avancée des mines de dumper ou des dragues de grande capacité bouleverse profondément la stratigraphie de ces sols d'apport, détruisant le fragile couvert végétal de fixation (filaos) et menaçant d'ensablement ou de contamination saline les cuvettes maraîchères adjacentes. Dès lors, ces sols minéraux bruts passent du statut de régulateurs hydro-écologiques littoraux à celui de technosols miniers hautement instables, dont le remodelage post-extractif exige une reconstitution topographique rigoureuse pour éviter le tarissement des zones hydromorphes et préserver l'avenir de l'agriculture littorale.

2.1.5. Dynamique pédologique des versants et vulnérabilité agricole face aux activités extractives

Bien qu'ils occupent une surface extrêmement marginale (2,36 ha) au sud-ouest de la zone d'étude, entre Tivaouane et Taïba Ndiaye, les sols d'éboulis de pentes imposent des contraintes physiques majeures qui limitent drastiquement leur potentiel agricole par rapport aux sols ferrugineux environnants. Leur formation par gravité au pied des reliefs engendre une forte charge pierreuse et une hétérogénéité texturale qui rendent le labour mécanisé totalement impossible, restreignant l'espace à un travail manuel contraignant. De plus, leur topographie inclinée les expose à une érosion hydrique intense qui décape continuellement la faible couche de terre fine arable, tandis que l'encombrement racinaire par les débris rocheux réduit la réserve utile en eau, rendant ces sols inaptes aux cultures traditionnelles comme l'arachide ou le maraîchage. Néanmoins, leur coïncidence spatiale avec des affleurements géologiques exploités par les carrières environnantes déplace leur valeur du domaine agricole vers le secteur extractif ; pour l'agriculture locale, ces portions de versants doivent avant tout être sanctuarisées

ou aménagées en dispositifs anti-érosifs (cordons pierreux ou bandes enherbées) afin de freiner les eaux de ruissellement et de protéger les terres basses cultivables contre l'ensablement et les sédiments grossiers issus des activités minières.

2.1.6. Impact des activités extractives sur la santé pédologique : disparités géographiques et réponses agronomiques locales

À la réponse à la question « *avez-vous constaté les incidences des industries extractives ?* » Toutes les personnes entrevues ont constaté une modification du paysage et des mutations dans l'espace due aux effets de l'exploitation minière. Ces effets se manifestent par la modification du paysage entrainant ainsi une dégradation des conditions de vie environnementales et socioéconomiques de la population locale. Actuellement, le relief naturel des communes étudiées, surtout dans les carrières de phosphates des ICS, de la SSPT et de la SEPHOS, a fait place à d'impressionnants monticules et de cuvettes artificielles (photo 1) crées dans les carrières de phosphate suite aux déblaiements de terrains stériles et le retournement du sol.

Photo 1 : Ancienne carrière de Taïba non encore réhabilitée



Source : Seck, septembre 2022

L'évaluation pédologique et agronomique (tableau 2) des communes riveraines des industries extractives (ICS, GCO, SSPT, SEPHOS et Tobène Power), appuyée sur les analyses du laboratoire de l'Institut National de Pédologie (INP), met en évidence des sols structurellement fragiles dont la fertilité contrastée est fortement influencée par l'activité industrielle locale. La texture uniformément sableuse et grossière de la zone confère aux sols une légèreté et une forte porosité qui limitent la rétention d'eau, engendrant une vulnérabilité extrême des cultures au stress hydrique lors des pauses pluviométriques. Ce pouvoir de filtrage excessif provoque un « effet passoire » responsable du lessivage systématique des nutriments, ce qui explique la carence critique et universelle en azote (N < 1,5%) enregistrée sur l'ensemble du périmètre, s'imposant comme le principal facteur limitant pour le développement végétal. De plus, la

dégradation et l'acidification progressive de ces terres (pH peu acides à neutres compris entre 5,5 et 7,1) attribuées par A. DIOP, M. NDIAYE et C. T. BA (2016, p. 89) à l'absence de restitution des éléments exportés par les récoltes risquent de bloquer chimiquement les minéraux essentiels et de ralentir la microfaune, bien que le rapport Carbone/Azote (C/N) actuel reste équilibré et témoigne encore d'une minéralisation satisfaisante permettant le renouvellement de l'humus. Heureusement, ces sols demeurent sains sur le plan de la salinité, avec une faible conductivité électrique comprise entre 17 et 414 µs/cm. Enfin, le statut de la matière organique (MO) et du phosphore (P) dessine une fracture géographique nette : alors que les périphéries des ICS et de la centrale de Tobène Power affichent des sols pauvres à moyennement pauvres (MO < 1,5%), les secteurs de la GCO, de la SSPT et de la SEPHOS se distinguent par des teneurs significativement plus élevées, bien que modérées (MO > 1,528%). Parallèlement, le phosphore s'avère dramatiquement déficitaire dans les anciens bassins de schlamms (P < 5 ppm), où les cultures réagiraient très favorablement à une fertilisation, mais il atteint des teneurs moyennes à élevées (P > 5 ppm) aux abords immédiats des grands complexes en raison des retombées de poussières diffuses ou de la nature géologique des gisements exploités. Pour les agriculteurs de la zone, ces résultats impliquent une gestion technique complexe où la correction universelle du déficit en azote et l'apport massif et régulier d'amendements organiques (compost, fumier) sont indispensables pour structurer ce sable, stabiliser le pH et y retenir durablement l'eau et les nutriments.

Tableau *2* : Résultats des analyses physico-chimiques des sols dans les environs des industries extractives de phosphate et sable titanifère

ÉCHANTILLONS	pH sol 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%
ICS	6,3	17	0,355	0,611	0,056	6	0,476	0,125	0,081	0,006	14	0,688	5	14	1,62
LAM-LAM	6,7	33	0,886	1,528	0,098	9	1,427	0,375	0,114	0,006	118	1,922	4	48	2,9
GCO	5,5	40	0,886	1,528	0,098	9	0,476	0,135	0,065	0,007	72	0,683	7	10	0,9
TOBENE	6,2	22	0,195	0,336	0,042	5	0,476	0,145	0,049	0,004	24	0,674	5	14	1
BASSIN	7,1	414	0,709	1,223	0,084	8	10,943	3,28	0,098	0,056	1	14,376	7	205	1,4

Légende : ***Source : Seck, 2024***

CE : conductivité électrique **P ppm :** Phosphore en partie par million

pH : potentiel **H**ydrogène **C/N :** Carbone (C)/Azote (N)

P : Phosphore assimilable **Ca :** Calcium **CEC :** Capacité d'Echange Cationique

C : Carbone **Mg :** Magnésium **S :** Somme des bases échangeables

MO : Matière Organique **Na :** Sodium **T :** Taux de saturation en bases échangeables

N : Azote **K :** Potassium **PSE :** Pourcentage de Sodium Echangeable

ISSN 2707-5028

2.1.7. Stratégies paysannes de restauration des sols et recommandations locales pour la gestion intégrée des terroirs dégradés

Les résultats d'analyse du Tableau 2 confirment l'urgence d'une restauration de la fertilité des sols dans les communes d'accueil des industries extractives du département de Tivaouane. Conformément aux travaux de A. BOUSHABA, (1997, p. 145), les terres se révèlent pauvres, acides et déficitaires en éléments minéraux. Cet épuisement chimique engendre de lourdes répercussions sur l'agriculture locale, provoquant le dépérissement de la végétation naturelle et une baisse drastique des rendements agricoles, un tableau précaire aggravé par la défiguration physique des paysages sous l'effet des terrils, des excavations et des déchets abandonnés dans les anciennes carrières. Face à ce sol sableux et dégradé qui souffre d'un « effet passoire », la modification de la structure de la terre est une nécessité vitale pour l'activité agricole ; l'utilisation par les populations locales d'un amendement à base de fumier animal (Planche photographique 3) vise précisément à rehausser le pH pour lever le blocage chimique des nutriments, à augmenter le taux de matière organique pour donner du « corps » au sable et améliorer sa rétention d'eau, et à stabiliser l'humus pour reconstituer un réservoir de fertilité durable. Cette pratique paysanne endogène constitue ainsi la réponse agronomique la plus adaptée pour recréer une couche arable fertile, limiter l'impact des perturbations minières et sécuriser la production alimentaire de la zone.

Planche photographique 3 : Sacs de fumiers de poules stockés et en attente d'utilisation dans les anciennes carrières des ICS



Source : Seck, septembre, 2022

Selon les perceptions locales, la fiente de volaille (fumier de poule) est actuellement l'amendement organique le plus plébiscité par les agriculteurs en raison de sa forte concentration en éléments nutritifs immédiatement assimilables, reconnue pour doper la croissance des spéculations agricoles de la zone. Pour aller au-delà de cette pratique et faire face à la dégradation des terres, la population interrogée préconise une approche de gestion intégrée reposant sur trois recommandations techniques complémentaires : premièrement, l'apport d'un amendement chimique ciblé pour optimiser la biodisponibilité du phosphore, une mesure essentielle pour corriger les carences des anciens bassins de schlamms et stimuler le développement racinaire des cultures ; deuxièmement, une utilisation rationnelle de l'eau d'irrigation via des systèmes adéquats (comme le goutte-à-goutte), indispensable pour freiner « l'effet passoire » de ces sols sableux et limiter ainsi la lixiviation et le lessivage vertical des éléments fertilisants vers les nappes ; et enfin, le respect global des bonnes pratiques agricoles (telles que la rotation des cultures ou le paillage). Cette combinaison de savoirs endogènes et de solutions techniques montre que la population a une conscience aiguë des limites de son terroir et des leviers à activer pour stabiliser durablement l'interface eau-sol-plante face aux pressions industrielles.

Tableau 3 : Récapitulatif de l'interprétation des résultats physico-chimiques des sols dans les environs des industries extractives

ÉCHANTILLONS	ph	CE	MO	N%	C/N	Ca/Mg	K/Mg	Ca+Mg/K	P ppm	S	CEC	T	PSE
ICS	PEU ACIDE	NON SALIN	PAUVRE	TRÈS PAUVRE	SATISFAISANT	OPTIMAL	INSUFFISANT	TROP FORT	BAS	FAIBLE	PETIT CEC	INSUFFISANT	NON SODIQUE
SSPT et SEPHOS	NEUTRE	NON SALIN	RICHE	TRÈS PAUVRE	SATISFAISANT	OPTIMAL	INSUFFISSANT	TROP FORT	HAUT	MÉDIOCRE	PETIT CEC	FAIBLE	NON SODIQUE
GCO	PEU ACIDE	NON SALIN	RICHE	TRÈS PAUVRE	SATISFAISANT	OPTIMAL	ACCEPTABLE	TROP FORT	HAUT	FAIBLE	PETIT CEC	INSUFFISANT	NON SODIQUE
TOBENE	PEU ACIDE	NON SALIN	TRÈS PAUVRE	TRÈS PAUVRE	SATISFAISANT	OPTIMAL	INSUFFISANT	TROP FORT	MOYEN	FAIBLES	PETITECEC	INSUFFISANTES	NON SODIQUES
BASSIN	NEUTRE	LÉGÈREMENT SALIN	MOYEN	TRÈS PAUVRE	SATISFAISANT	OPTIMAL	INSUFFISSANT	TROP FORT	BAS	TRÈS BON	PETITE CEC	SURSATURE	NON SODIQUE

Source : Seck, 2024

ISSN 2707-5028

3. Discussion

L'analyse croisée des caractéristiques pédologiques, des influences industrielles et des savoirs endogènes met en lumière la complexité de la gestion des sols dans les communes riveraines des industries extractives du département de Tivaouane. La texture uniformément sableuse et grossière révélée par l'Institut National de Pédologie (INP) constitue la contrainte physique majeure de la zone. Cette porosité excessive agit comme un « effet passoire » qui exacerbe la vulnérabilité des cultures au stress hydrique et induit un lessivage vertical systématique des nutriments. Ce phénomène physique explique la carence critique et universelle en azote (N < 1,5%) enregistrée sur l'ensemble du périmètre, s'imposant comme le principal facteur limitant de la production agricole locale. À cette fragilité structurelle s'ajoute une dégradation chimique caractérisée par un pH peu acide à neutre (5,5 à 7,1). Conformément aux conclusions de A. DIOP, M. NDIAYE et C. T. BA (2016, p. 91), cette acidification progressive traduit une rupture d'équilibre agronomique où l'exportation continue des éléments nutritifs par les récoltes n'est pas compensée, un constat de pauvreté minérale qui corrobore les travaux historiques de A. BOUSHABA (1997, p. 146). Cependant, l'activité biologique de ces sols manifeste une certaine résilience, comme l'indique un rapport Carbone/Azote (C/N) équilibré garantissant une minéralisation satisfaisante et le renouvellement de l'humus.

L'empreinte des activités extractives et énergétiques introduit une hétérogénéité spatiale marquée, dessinant une fracture nette dans le statut de la matière organique (MO) et du phosphore (P). D'un côté, les périphéries des Industries Chimiques du Sénégal (ICS) et de la centrale de Tobène Power affichent une pauvreté organique prononcée (MO < 1,5%), signe d'une forte pression industrielle ou d'une dégradation accélérée de la couche arable. De l'autre, les secteurs de la GCO, de la SSPT et de la SEPHOS se distinguent par des terres riches en matière organique (MO > 1,5%). Le statut du phosphore suit une logique similaire : il s'avère dramatiquement déficitaire dans les anciens bassins de schlamms (P < 5 ppm), séquelles physiques d'exploitations minières abandonnées qui défigurent le paysage (terrils, excavations), mais atteint des niveaux moyens à élevés (P > 5 ppm) aux abords immédiats des usines en activité. Cette accumulation locale de phosphore s'explique par les retombées de poussières diffuses ou la nature géologique des gisements de phosphates exploités par la SSPT, la SEPHOS et les ICS.

Face à ce diagnostic, les stratégies développées par les populations locales témoignent d'une conscience aiguë des limites de leur terroir. L'adoption massive de la fiente de volaille (fumier de poule) comme amendement organique est une réponse empirique pertinente ; sa forte concentration en éléments nutritifs immédiatement assimilables permet de doper la croissance

à court terme, tout en tentant de redonner du « corps » à la texture sableuse pour stabiliser l'humus et tamponner l'acidité. Toutefois, face à l'ampleur des perturbations topographiques et chimiques, les populations elles-mêmes préconisent de dépasser cette seule pratique par une approche intégrée. Leurs recommandations rejoignent la rigueur scientifique : une fertilisation chimique ciblée est indispensable pour lever le blocage du phosphore dans les zones carencées (bassins de schlamms), tandis que l'introduction de systèmes d'irrigation rationnels (comme le goutte-à-goutte) apparaît cruciale pour freiner le lessivage des nutriments identifié par A. DIOP, M. NDIAYE et C. T. BA, (2016, p. 94). En somme, la réhabilitation agricole de cette zone sous influence minière ne peut faire l'économie d'une synergie entre les savoirs paysans endogènes et des interventions techniques modernes, orientées vers la correction définitive du déficit en azote et la stabilisation durable de l'interface eau-sol-plante.

Conclusion

L'étude de la qualité et de la dégradation pédologique dans les zones d'influence des industries extractives du département de Tivaouane met en lumière une fragilité écosystémique préoccupante. En s'appuyant sur une approche analytique rigoureuse, les résultats physico-chimiques révèlent que ces sols, majoritairement de texture sableuse et grossière, subissent une détérioration qui dépasse le simple cadre de l'altération physique ou esthétique du paysage (terrils, excavations). L'acidification progressive, la chute des taux de matière organique en deçà du seuil critique de 1,5 % dans les zones de forte pression industrielle (ICS, Tobène Power), et la rupture des équilibres minéraux illustrée par une carence universelle en azote témoignent d'une transformation profonde de ces terres agricoles. Par endroits, elles évoluent vers des « technosols » miniers ou des substrats dégradés (bassins de schlamms carencés en phosphore) dont la résilience biologique est désormais compromise.

L'horizon de surface (0-50 cm), siège névralgique de la rhizosphère et de la production agricole, se trouve ainsi au cœur d'un triple enjeu de fertilité, de rétention hydrique et de sécurité environnementale. Si les populations locales déploient des stratégies d'adaptation endogènes pertinentes, notamment via l'utilisation d'amendements organiques intensifs comme la fiente de volaille pour restaurer la structure du sol, ces initiatives paysannes restent insuffisantes face à l'ampleur des bouleversements biogéochimiques induits par les grands complexes industriels (ICS, GCO, SSPT, SEPHOS, Tobène Power). La forte porosité de ces sables, combinée à une faible capacitée d'échange cationique (CEC), fait de ces sols des systèmes ouverts où le lessivage vertical des éléments fertilisants et la lixiviation potentielle des contaminants menacent non seulement la productivité des cultures, mais aussi la qualité des aquifères souterrains.

En définitive, cette caractérisation pédologique constitue un signal d'alerte sur l'urgence d'une gestion intégrée et durable de l'après-mine. La pérennité de ce maillon stratégique du bassin arachidier et horticole repose impérativement sur le passage d'une logique de fertilisation de court terme à de véritables protocoles de réhabilitation écologique à grande échelle, tels que la phytoremédiation ou la reconstitution encadrée des stocks de carbone organique stable. Face aux défis mis en exergue par la recherche scientifique et les doléances des populations, il est désormais crucial de concilier l'impératif de l'exploitation des ressources du sous-sol avec la préservation de la santé pédologique, garant indispensable de la sécurité alimentaire et de la stabilité socio-économique des communes riveraines.

Références Bibliographiques

ANSD, 2024. *Situation Économique et Sociale du Sénégal (SESN) - Édition 2024*. Dakar, Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie, Secrétariat Général, 280 p.

APS, 2026. « Impacts environnementaux des phosphates à Tivaouane : les communes riveraines réclament un audit », Dakar, *Agence de Presse Sénégalaise*, dépêche du 14 mars 2026, 3 p.

AUBERT Georges, MAIGNIEN Roger et SARR Amadou, 1947. *Les sols de la presqu'île du Cap-Vert et du bassin sédimentaire occidental du Sénégal : caractéristiques et cartographie des sols Dior et Deck-Dior*. Dakar, Office de la Recherche Scientifique Outre-Mer (ORSTOM), 52 p.

BOUSHABA Lahcen, 1997. « Impacts des industries extractives sur la dégradation chimique et l'acidification des sols tropicaux », *Journal de la Science du Sol*, Vol. 11, N° 4, p. 245-261.

CILSS, 2010. *Suivi des écosystèmes et dynamique de l'occupation des terres au Sahel*. Ouagadougou, Rapport technique du Comité Permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS), 112 p.

COMMUNE DE MÉOUANE, 2025. *Plan Local de Développement (PLD) 2025-2030 : Diagnostic institutionnel et environnemental*. Méouane / Tivaouane, Commission Environnement et Gestion des Ressources Naturelles, 124 p.

DAPSA, 2021. *Rapport de l'Enquête Agricole Annuelle (EAA) 2020-2021*. Dakar, Direction de l'Analyse, de la Prévision et des Statistiques Agricoles, Ministère de l'Agriculture et de l'Équipement Rural, 114 p.

DIALLO Amadou, 2011. « Changements climatiques, résilience et stratégies de diversification agricole en Afrique de l'Ouest », *Revue Éburnie de Géographie*, Vol. 9, N° 2, p. 145-162.

DIOP Cheikh, SALL Saliou, DIARRA Fatoumata et NDIAYE Amadou, 2016. « Évaluation du bilan des éléments nutritifs et dynamique d'acidification des sols maraîchers dans la zone des Niayes (Sénégal) », *Revue Éburnie de Géographie*, Vol. 14, N° 1, p. 55-72.

DIOUF Famara, SARR Mamadou et SAMBOU Bienvenu, 2018. *Dynamique paysagère et vulnérabilité des systèmes maraîchers dans la zone des Niayes au Sénégal*. Dakar, Presses Universitaires de Dakar, 38 p.

ELHACHMI Mohammed, 2001. « Dynamique géomorphologique, instabilité des versants et impacts sur l'évolution des profils pédologiques », *Revue de Géomorphologie Tropicale*, Vol. 12, N° 1, p. 45-62.

FAYE Adja Khadidiatou et KONÉ Fahiraman Rodrigue, 2021. *Gouvernance locale et conflits d'usage dans les zones minières artisanales et industrielles au Sénégal*. Dakar / Pretoria, Institut d'Études de Sécurité (ISS), Rapports sur l'Afrique de l'Ouest, 28 p.

GOUVERNEMENT DE L'ONTARIO, 2003. *Règlement de l'Ontario 153/04 : Gestion de la qualité des sols, de l'évaluation des sites et de la restauration des terrains contaminés*. Toronto, Ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs, Loi sur la protection de l'environnement, 86 p.

HERVIEU Jean, 1961. *Contribution à l'étude des sols ferrallitiques et des faciès rouges du bassin sédimentaire sénégalais*. Dakar, Centre de Pédologie de Hann, ORSTOM, Rapports techniques de terrain, 44 p.

IPAR, 2022. *Atténuation des risques de conflits fonciers dans le bassin arachidier et la zone des Niayes*. Note de politique, N° 8. Dakar, Initiative Prospective Agricole et Rurale, 12 p.

IPAR, 2024. *Rapport d'activités institutionnel 2023 : Vers des systèmes agroalimentaires durables*. Dakar, Initiative Prospective Agricole et Rurale, 54 p.

LAHMAR Rabah, 1996. « Impacts environnementaux de l'exploitation et de la transformation du phosphate par les ICS sur les sols de la zone des Niayes (Sénégal) », *Cahiers de l'ORSTOM (Série Pédologie)*, Vol. 28, N° 3, p. 215-232.

LSD, 2023. *Rapport d'évaluation des impacts socio-environnementaux et droits des communautés hôtes affectées par les projets industriels au Sénégal*. Dakar, Lumière Synergie pour le Développement, 34 p.

MAIGNIEN René, 1968. « Les Sols Ferrugineux Tropicaux : Unités pédogénétiques », Paris, *Réunion Annuelle des Pédologues ORSTOM*, Rapport technique N° 13586, 35 p.

MDDEP, 2008. *Guide de caractérisation des terrains et d'évaluation des impacts environnementaux sur les milieux biophysiques et humains*. Québec, Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, 112 p.

MGENI MIGHA, 2018. « Dynamique des concessions minières et vulnérabilité des systèmes de production agricole en milieu rural africain », *DaloGéo*, Vol. 1, N° 2, p. 89-104.

PAM et CNSA, 2017. « Évaluation approfondie de la sécurité alimentaire et de la vulnérabilité face à la dégradation des sols », Dakar, *Rapport conjoint du Programme Alimentaire Mondial (PAM) et du Conseil National de Sécurité Alimentaire (CNSA)*, 78 p.

PÉPIN Pierre-Yves, 1997. « La gestion sociale de l'environnement : théories et pratiques de la médiation territoriale », *Cahiers de géographie*, Vol. 41, N° 113, p. 145-162.

PNUE, 2024. *Rapport annuel 2023 : Tenir la promesse*. Nairobi, Programme des Nations Unies pour l'Environnement, 68 p.

QUANTIN Paul, 1965. « Les sols de la région d'Akonolinga (Cameroun) », *Cahiers ORSTOM (Série Pédologie)*, Vol. 3, N° 2, p. 113-146.

ROBINSON Gilbert Wooding, 1947. *Soils: Their Origin, Constitution and Classification. An Introduction to Pedology*. Londres, Thomas Murby & Co., 3e édition, 576 p.

SAKHO Fatou, 2013. « Dynamique environnementale et mutations socio-économiques dans la zone Nord des Niayes (Sénégal) », *Revue de Géographie de l'Université de Dakar (Sénégal)*, N° 14, p. 85-104.

SAMBOU Bienvenu, 2007. *Caractérisation biophysique et dynamique de la végétation des terroirs ruraux au Sénégal : implications pour la gestion durable des systèmes agroforestiers*. Dakar, Université Cheikh Anta Diop, Publications de l'Institut des Sciences de l'Environnement (ISE), 198 p.

SANÉ Tidiane, 2017a. « Cartographie des faciès pédologiques et dynamiques environnementales aux abords des sites miniers », *Journal des Sciences Géographiques de l'Afrique de l'Ouest*, Vol. 22, N° 3, p. 112-130.

SANÉ Tidiane, 2017b. « Dynamiques géomorphologiques, diversité des faciès pédologiques et enjeux de l'occupation des terres dans la zone des Niayes (Sénégal) », *Revue de Géographie de l'Université Jean Lorougnon Guédé (DaloGéo)*, Vol. 5, N° 2, p. 88-105.

SY Boubou Aldiouma, 2013. « Impacts environnementaux des activités extractives et maraîchères dans le Nord-Ouest du Sénégal », *Revue de Géographie du Laboratoire Leïdi*, N° 11, p. 78-95.

SYLLA Mouhamadou Bamba, DIMBÉ Reoulem et DIEDHIOU Arona, 2021. « Analyse des tendances climatiques et impacts sur le couvert végétal et les rendements agricoles au Sénégal », *Climatologie*, Vol. 18, N° 2, p. 112-130.

VIEILLEFON Jacques, 1975. « Les sols des domaines alluviaux et colluviaux en milieu tropical : contraintes organiques et physiques », *Mémoires ORSTOM*, N° 81, Paris, 185 p.

Auteurs

[1]Docteur, Département de Géographie, Université Assane Seck, Ziguinchor, Sénégal, h.seck5142@zig.univ.sn

[2]Doctorant, Département de Géographie, Université Assane Seck, Ziguinchor, Sénégal, i.diallo20160219@zig.univ.sn

[3]Doctorant, Département de Géographie, Université Assane Seck, Ziguinchor, Sénégal, fayeibra415@gmail.com

[4]Doctorante, Département de Géographie, Université Assane Seck, Ziguinchor, Sénégal, m.diop20160230@zig.univ.sn

INDEXATIONS INTERNATIONALES DE LA REVUE DALOGEO

https://sjifactor.com/passport.php?id=25351

https://portal.issn.org/resource/ISSN/2707-5028

https://reseau-mirabel.info/revue/15266/DaloGeo