

# Revue Ivoirienne de Géographie des Savanes



# RIGES

[www.riges-uaو.net](http://www.riges-uaو.net)

**ISSN-L: 2521-2125**

**ISSN-P: 3006-8541**

**Numéro 19, Tome 1**

**Décembre 2025**



Publiée par le Département de Géographie de l'Université Alassane OUATTARA de Bouaké

## **INDEXATION INTERNATIONALE**

### **SJIF Impact Factor**

<http://sjifactor.com/passport.php?id=23333>

**Impact Factor: 8,333 (2025)**

**Impact Factor: 7,924 (2024)**

**Impact Factor: 6,785 (2023)**

**Impact Factor: 4,908 (2022)**

**Impact Factor: 5,283 (2021)**

**Impact Factor: 4,933 (2020)**

**Impact Factor: 4,459 (2019)**

## **ADMINISTRATION DE LA REVUE**

### *Direction*

**Arsène DJAKO**, Professeur Titulaire à l'Université Alassane OUATTARA (UAO)

### *Secrétariat de rédaction*

- **Joseph P. ASSI-KAUDJHIS**, Professeur Titulaire à l'UAO
- **Konan KOUASSI**, Professeur Titulaire à l'UAO
- **Dhédé Paul Eric KOUAME**, Maître de Conférences à l'UAO
- **Yao Jean-Aimé ASSUE**, Maître de Conférences à l'UAO
- **Zamblé Armand TRA BI**, Maître de Conférences à l'UAO
- **Kouakou Hermann Michel KANGA**, Maître de Conférences à l'UAO

### *Comité scientifique*

- **HAUHOUOT** Asseyopo Antoine, Professeur Titulaire, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)
- **ALOKO** N'Guessan Jérôme, Directeur de Recherches, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)
- **BOKO** Michel, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi (Bénin)
- **ANOH** Kouassi Paul, Professeur Titulaire, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)
- **MOTCHO** Kokou Henri, Professeur Titulaire, Université de Zinder (Niger)
- **DIOP** Amadou, Professeur Titulaire, Université Cheick Anta Diop (Sénégal)
- **SOW** Amadou Abdoul, Professeur Titulaire, Université Cheick Anta Diop (Sénégal)
- **DIOP** Oumar, Professeur Titulaire, Université Gaston Berger Saint-Louis (Sénégal)
- **WAKPONOU** Anselme, Professeur HDR, Université de N'Gaoundéré (Cameroun)
- **SOKEMAWU** Koudzo, Professeur Titulaire, Université de Lomé (Togo)
- **HECTHELI** Follygan, Professeur Titulaire, Université de Lomé (Togo)
- **KADOUZA** Padabô, Professeur Titulaire, Université de Kara (Togo)
- **GIBIGAYE** Moussa, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi (Bénin)
- **ÖBEL** Christof, Professeur Tutilaire, Universidad Autonoma Metropolitana, (UAM) - Azcapotzalco (Mexico)

## **EDITORIAL**

La création de RIGES résulte de l'engagement scientifique du Département de Géographie de l'Université Alassane Ouattara à contribuer à la diffusion des savoirs scientifiques. RIGES est une revue généraliste de Géographie dont l'objectif est de contribuer à éclairer la complexité des mutations en cours issues des désorganisations structurelles et fonctionnelles des espaces produits. La revue maintient sa ferme volonté de mutualiser des savoirs venus d'horizons divers, dans un esprit d'échange, pour mieux mettre en discussion les problèmes actuels ou émergents du monde contemporain afin d'en éclairer les enjeux cruciaux. Les enjeux climatiques, la gestion de l'eau, la production agricole, la sécurité alimentaire, l'accès aux soins de santé ont fait l'objet d'analyse dans ce présent numéro. RIGES réaffirme sa ferme volonté d'être au service des enseignants-chercheurs, chercheurs et étudiants qui s'intéressent aux enjeux, défis et perspectives des mutations de l'espace produit, construit, façonné en tant qu'objet de recherche. A cet effet, RIGES accueillera toutes les contributions sur les thématiques liées à la pensée géographique dans cette globalisation et mondialisation des problèmes qui appellent la rencontre du travail de la pensée prospective et de la solidarité des peuples.

**Secrétariat de rédaction  
KOUASSI Konan**

## **COMITE DE LECTURE**

- KOFFI Brou Emile, Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- ASSI-KAUDJHIS Joseph P., Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- BECHI Grah Félix, Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- MOUSSA Diakité, Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- VEI Kpan Noël, Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- LOUKOU Alain François, Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- TOZAN Bi Zah Lazare, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- ASSI-KAUDJHIS Narcisse Bonaventure, Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- SOKEMAWU Koudzo, Professeur Titulaire, U L (Togo)
- HECTHELI Follygan, Professeur Titulaire, U L (Togo)
- KOFFI Yao Jean Julius, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- Yao Jean-Aimé ASSUE, Professeur Titulaire, UAO
- Zamblé Armand TRA BI, Maître de Conférences, UAO
- KADOUZA Padabô, Professeur Titulaire, Université de Kara (Togo)
- GIBIGAYE Moussa, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi (Bénin)
- GÖBEL Christof, Professeur Tutilaire, Universidad Autonoma Metropolitana, (UAM) - Azcapotzalco (Mexico)

## Sommaire

<b>Maguette NDIONE, Mar GAYE</b> <i>Variabilité climatique et dynamiques spatio-temporelle des unités morphologiques dans le département d'Oussouye des années 1970 aux années 2010 et les perceptions locales de leurs déterminants</i>	9
<b>KROUBA Gagaho Débora Isabelle, KONAN Loukou Léandre, KOUAKOU Kikoun Brice-Yves</b> <i>Variabilité climatique et prévalence de la diarrhée chez les enfants de moins de cinq ans dans le district sanitaire de Jacqueville (Côte d'Ivoire) : contribution pour une meilleure épidémiosurveillance</i>	32
<b>Henri Marcel SECK El Hadji Balla DIEYE, Tidiane SANE, Bonoua FAYE</b> <i>Mutations et recompositions des territoires autour des sites miniers des ICS dans le département de Tivaouane (Sénégal)</i>	47
<b>NGOUALA MABONZO Médard</b> <i>Analyse spatio-temporelle des paramètres hydrodynamiques et bilan hydrologique dans le bassin versant Loudima (République du Congo)</i>	63
<b>TRAORE Zié Doklo, AGOUALE Yao Julien, FOFIE Bini Kouadio François</b> <i>L'influence des acteurs d'arrière-plan et le rôle ambivalent des associations villageoises dans la préservation du parc national de la Comoé en Côte d'Ivoire</i>	78
<b>Rougyatou KA, Boubacar BA</b> <i>Les fonciers halieutiques à l'épreuve des projets gaziers au Sénégal : accaparement et injustices socio-environnementales à Saint-Louis</i>	97
<b>Yves Monsé Junior OUANMA, Atsé Laudose Miguel ELEAZARUS</b> <i>Logiques et implications socio-spatiales du mal-logement à Zoukougbeu (Centre-Ouest, Côte d'Ivoire)</i>	124
<b>Abdou BALLO, Boureima KANAMBAYE, Souleymane TRAORE, Tidiani SANOGO</b> <i>Impacts of artisanal gold mining on grassland pastoral resources in the rural commune of Domba in Mali</i>	141

<b>Mbaindogoum DJEBE, Pallaï SAABA, Christian Gobert LADANBÉ, Beltolna MBAINDOH</b>	152
<i>Influence du milieu physique et stratégies de résilience de la population rurale dans le bassin versant de lac Léré au sud-ouest du Tchad</i>	
<b>SENE François Ngor, SANE Yancouba, FALL Aïdara C. A. Lamine</b>	168
<i>Caractérisation physico-chimique des sols du sud du bassin arachidier sénégalais : cas de l'observatoire de Niakhar</i>	
<b>Ahmadou Bamba CISSE</b>	192
<i>Variabilité temporelle des précipitations dans le nord du bassin arachidier sénégalais et ses conséquences sur la planification agricole</i>	
<b>ADOUM IDRIS Mahadjir</b>	204
<i>Analyse spatiale et socio-économique de la crise du logement locatif à Abéché au Tchad</i>	
<b>Modou NDIAYE</b>	215
<i>Les catastrophes d'inondation sur Dakar. analyse de la dynamique des relations entre les systèmes des établissements et les systèmes naturels vues par le prisme de conséquences sous la planification spatiale dans la ville de Keur Massar</i>	
<b>YRO Koulaï Hervé, ANI Yao Thierry, DAGO Lohoua Flavient</b>	231
<i>Conteneurisation et dynamique du transport conteneurisé sur la Côte Ouest Africain (COA)</i>	
<b>SREU Éric</b>	245
<i>Commercialisation des produits médicamenteux dans les transports de masse à Abidjan : le cas des bus de la Sotra</i>	
<b>ODJIH Komlan</b>	266
<i>L'accès à la césarienne dans la zone de couverture du district sanitaire de Blitta (Togo)</i>	
<b>Arouna DEMBELE</b>	283
<i>De l'arachide au coton : une mutation agricole dans la commune rurale de Djidian au Mali</i>	
<b>Ibra FAYE, El Hadji Balla DIEYE, Tidiane SANE, Henri Marcel SECK, Djiby YADE</b>	297
<i>Transformations des usages des sols dans les Niayes du Sénégal : vers une recomposition des activités agricoles traditionnelles dans un espace rural en mutation</i>	
<b>TAKILI Madinatètou</b>	325
<i>Stagnation des anciennes villes secondaires au Togo : une analyse à partir de Pagouda</i>	

<b>KOUAKOU Kouadio Séraphin, TANO Kouamé, KRA Koffi Siméon</b>	341
<i>Champs écoles paysans, une nouvelle technique de régénération des plantations de cacao dans le département de Daloa (centre-ouest de la Côte d'Ivoire)</i>	
<b>DOHO BI Tchan André</b>	359
<i>Etalement urbain et mode d'occupation de l'espace périphérique ouest de la ville de San-Pedro (sud-ouest, Côte d'Ivoire)</i>	
<b>Etelly Nassib KOUADIO, Ali DIARRA</b>	374
<i>Analyse spatiale de la couverture en infrastructure hydraulique et accès à l'eau potable en milieu rural du bassin versant de la Lobo (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire)</i>	
<b>GNANDA Isidore Bila, SAMA Pagnaguédé, ZARE Yacouba, OUOBA-IMA Sidonie Aristide, YODA Gildas Marie-Louis, ZONGO Moussa</b>	393
<i>Effet de deux formules alimentaires de pré vulgarisation sur les performances pondérales et les rendements carcasses des porcs en croissance : cas des élevages des zones périurbaines de Réo et de Koudougou, au Burkina Faso</i>	
<b>KOUAKOU Koffi Ferdinand, KOUAKOU Yannick, BRISSY Olga Adeline, KOUADIO Amoin Rachèle</b>	415
<i>Camps de prière et conditions de vie des Populations Vivant avec la Maladie Mentale (PVMM) dans le département de Tiébissou (Centre, Côte d'Ivoire)</i>	
<b>Madiop YADE</b>	432
<i>L'agropastoralisme face à la variabilité pluviométrique dans la commune de Dangalma (région de Diourbel, Sénégal)</i>	
<b>DIBY Koffi Landry, YEO Watagaman Paul, KONAN N'Guessan Pascal</b>	452
<i>Dynamique de l'agriculture de plantation dans la sous-préfecture de Bouaflé (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire)</i>	
<b>Leticia Nathalie SELLO MADOUNGOU (ép. NZÉ)</b>	469
<i>L'usage des pesticides et des eaux usées dans le maraîchage urbain au Gabon : risques sanitaires et environnementaux</i>	
<b>Sawrou MBENGUE, Papa SAKHO, Anne OUALLET</b>	495
<i>Appropriation de l'espace à Mbour (Sénégal) : partage de l'espace entre visiteurs-visités dans une ville touristique</i>	
<b>ZONGO Zakaria, NIKIEMA Wendkouni Ousmane</b>	520
<i>Gestion linéaire et opportunités de valorisation des déchets solides de la gare routière de Boromo (Burkina Faso)</i>	

<b>Omad Laupem MOATILA</b>	537
<i>Habitudes citoyennes et stratégies d'adaptation à la pénurie en eau dans la périphérie nord de Brazzaville (République du Congo)</i>	
<b>Aboubacar Adama OUATTARA</b>	554
<i>Perspectives d'utilisation de l'intelligence artificielle dans le district sanitaire de San Pedro (Sud-Ouest, Côte d'Ivoire)</i>	
<b>Mamadou Faye, Saliou Mbacké FAYE</b>	572
<i>Mobilité des femmes Niominkas et dynamique du transport fluvio-maritime dans les îles du Saloum, Sénégal.</i>	
<b>Mame Diarra DIOP, Aïdara Chérif Amadou Lamine FALL, Adama Ndiaye</b>	590
<i>Evaluation corrélative de la dégradation des sols et des performances agricoles dans le bassin versant du Baobolong (Sénégal) : implications pour une gestion durable des terres</i>	
<b>KASSI Kassi Bla Anne Madeleine, YAO N'guessan Fabrice, DIABAGATÉ Abou</b>	613
<i>Dynamique spatio-temporelle et usage des outils de planification urbaine à Abengourou (Côte d'Ivoire)</i>	
<b>EHINNOU KOUTCHIKA Iralè Romaric</b>	639
<i>Diversité floristique des bois sacrés suivant les strates dans les communes de Glazoué, Save et Ouesse au Bénin (Afrique de l'ouest)</i>	
<b>KONATE Abdoulaye, KOFFI Kouakou Evrard, YEO Nogodji Jean, DJAKO Arsène</b>	655
<i>Le vivier face à l'essor des cultures industrielles dans la région du Gboklé (Sud, Côte d'Ivoire)</i>	
<b>OUATTARA Oumar, YÉO Siriki</b>	667
<i>Le complexe sucrier de Ferke 2, un pôle de développement de l'élevage bovin dans le nord de la Côte d'Ivoire</i>	
<b>Lhey Raymonde Christelle PREGNON, Cataud Marius GUEDE, Tintcho Assetou KONE épouse BAMBA</b>	687
<i>Analyse spatiale du risque de maladies hydriques liées à l'approvisionnement en eau domestiques dans trois quartiers de Bouaké (Centre de la Côte d'Ivoire)</i>	
<b>Awa FALL, Amath Alioune COUNDOUL, Malick NDIAYE, Diarra DIANE</b>	716
<i>Le déplacement à Bignarabé (Kolda, Sénégal) : des populations au chevet de leur mobilité</i>	
<b>DANGUI Nadi Paul, N'GANZA Kessé Paul, Yaya BAMBA, HAUHOUOT Célestin</b>	735
<i>Analyse du processus de la reconstitution morpho-sédimentaire des plages de Port-Bouët à Grand-Bassam (sud de la Côte d'Ivoire) après la marée de tempêtes de juillet 2018</i>	

## **CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE DES SOLS DU SUD DU BASSIN ARACHIDIER SENEGALAIS : CAS DE L'OBSERVATOIRE DE NIAKHAR**

**SENE François Ngor**, Doctorant,

Université Assane SECK de Ziguinchor, Département de Géographie, Laboratoire de Géomatique et d'Environnement (LGE), BP 523, Ziguinchor, Sénégal

Email : f.sene20170247@zig.univ.sn

**SANE Yancouba**, Docteur,

Université Assane SECK de Ziguinchor, Département de Géographie, Laboratoire de Géomatique et d'Environnement (LGE), BP 523, Ziguinchor, Sénégal

Email : y.SANE1095@zig.univ.sn

**FALL Aïdara C. A. Lamine**, Maitre de conférences,

Université Assane SECK de Ziguinchor, Département de Géographie, Laboratoire de Géomatique et d'Environnement (LGE), BP 523, Ziguinchor, Sénégal

Email : cherif.fall@univ-zig.sn

(*Reçu le 14 août 2025; Révisé le 15 novembre 2025 ; Accepté le 28 novembre 2025*)

### **Résumé**

Cette étude porte sur la caractérisation physico-chimique des sols du sud du bassin arachidier du Sénégal, plus précisément dans la zone de l'observatoire de Niakhar, une zone agricole marquée par une forte pression démographique et une surexploitation des ressources naturelles. L'objectif est de faire la caractérisation physico-chimique des sols pour une actualisation des connaissances pédologiques de la zone. La méthodologie repose sur l'élaboration préalable d'une carte prédictive des sols à partir d'indices de télédétection intégrés au modèle SCORPAN. Cent points d'échantillonnage ont été choisis selon une approche combinant hypercube latin conditionné et stratification aléatoire. Des échantillons composites prélevés à l'horizon de surface (0-15 cm) ont été analysés en laboratoire pour déterminer la texture, la structure, le pH, la conductivité électrique, la matière organique, les cations échangeables, la capacité d'échange cationique (CEC) et le phosphore assimilable. Les résultats mettent en évidence une forte hétérogénéité pédologique. La texture dominante est limono-sableuse, avec une faible représentation des profils limoneux, ce qui traduit une certaine instabilité structurale. Les analyses multivariées (ACP, CHA et k-means) distinguent quatre groupes : les sols Dior (E-C3, E-C5, E-C7, E-C8, E-C9 et E-C10) sableux pauvres, les Decks (E-C1 et E-C2) modérément fertiles, un sol hydromorphe (E-C6) acide ( $pH = 5,2$ ) mais riche en matière organique (2,35 %), et un sol halomorphe (E-C4) fortement salin et sodique ( $CE = 2\ 760\ \mu\text{S}/\text{cm}$  ;  $ESP = 60,4\ %$ ). Dans l'ensemble, la fertilité des sols est limitée par la faible teneur en matière organique (1,013 % en moyenne), en argile (< 20 %) et une faible CEC (6,18 meq/100 g en moyenne). Cette recherche souligne la diversité pédologique du sud du bassin

arachidier et fournit une base scientifique pour orienter les pratiques de gestion différenciée des sols en vue d'une intensification agricole durable.

**Mots clés :** Sols, Caractérisation physico-chimique, Fertilité des sols, Observatoire de Niakhar, Bassin arachidier, Sénégal

## **PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISATION OF SOILS IN THE SOUTHERN PART OF THE SENEGALESE PEANUT BASIN: THE CASE OF THE NIAKHAR OBSERVATORY**

### **Abstract**

This study focuses on the physico-chemical characterisation of soils in the southern Groundnut Basin of Senegal, specifically within the Niakhar Observatory area, a agricultural zone characterised by high demographic pressure and the overexploitation of natural resources. The objective is to provide a detailed physico-chemical characterisation of the soils to update the pedological knowledge of the area. The methodology is based on the preliminary development of a predictive soil map using remote sensing indices integrated within the SCORPAN model. One hundred sampling points were selected according to an approach combining conditioned Latin hypercube sampling with random stratification. Composite samples collected from the surface horizon (0–15 cm) were analysed in the laboratory to determine texture, structure, pH, electrical conductivity, organic matter, exchangeable cations, cation exchange capacity (CEC), and available phosphorus. The results highlight significant pedological heterogeneity. The dominant texture is loamy-sandy, with a limited representation of silty profiles, indicating some degree of structural instability. Multivariate analyses (PCA, HAC, and k-means clustering) identified four groups: the Dior soils (E-C3, E-C5, E-C7, E-C8, E-C9, and E-C10), which are poor sandy soils; the Decks (E-C1 and E-C2), moderately fertile; a hydromorphic soil (E-C6), acidic ( $\text{pH} = 5.2$ ) but rich in organic matter (2.35%); and a halomorphic soil (E-C4), highly saline and sodic ( $\text{EC} = 2,760 \mu\text{S/cm}$ ;  $\text{ESP} = 60.4\%$ ). Overall, soil fertility is limited by low organic matter content (mean 1.013%), low clay content (< 20%), and low CEC (mean 6.18 meq/100 g). This research emphasises the pedological diversity of the southern Groundnut Basin and provides a scientific basis to guide differentiated soil management practices for sustainable agricultural intensification.

**Keywords:** Soils, Physico-chemical characterisation, Soil fertility, Niakhar Observatory, Groundnut Basin, Senegal

### **Introduction**

La baisse continue des rendements agricoles demeure l'un des défis majeurs de l'agriculture en zone sahélienne (P. Hugon, 1998, p.1). Cette tendance est associée à la dégradation progressive de la fertilité des sols, elle-même liée à la pression démographique, à la surexploitation des terres agricoles et à la variabilité climatique

(B. Sultan *et al.*, 2015, p. 3). Dans ces systèmes de production fragiles, la réduction de la capacité de production agricole se traduit directement par une insécurité alimentaire croissante, une paupérisation des ménages et une vulnérabilité accrue des populations rurales (B. Vanlauwe *et al.*, 2023, p. 4).

Au Sénégal, le bassin arachidier, zone par excellence de la production agricole depuis la période coloniale, constitue un exemple de cette problématique. Dominée par la monoculture de l'arachide depuis les années 1960, cette zone a connu une forte déplétion des réserves en nutriments et une baisse de la teneur en matière organique et en capacité d'échange cationique (A. Tounkara *et al.*, 2022, p.143). Ces altérations chimiques s'accompagnent souvent d'une déstructuration physique des sols, d'une baisse de la capacité de rétention en eau et d'une plus grande sensibilité à l'érosion éolienne et hydrique (R. Lal, 2015, p. 5876). L'impact global est une diminution des rendements agricoles, renforcée par les effets du changement climatique sur la pluviométrie et la disponibilité en eau (G. Falconnier *et al.*, 2020, p.992).

L'observatoire de Niakhar, situé dans la région de Fatick et couvrant environ 230 km<sup>2</sup>, représente une zone agro-pastorale typique du sud du bassin arachidier (Sustainsahel, 2025, p.1). Le système agricole y est dominé par la culture du mil, de l'arachide et du niébé, souvent cultivés sur des sols ferrugineux tropicaux, pauvres en matière organique et sensibles à l'érosion (Masse *et al.*, 2018, p.313). Le parc arboré, notamment le *Faidherbia albida*, joue un rôle important dans le recyclage des nutriments, mais sa densité a fortement diminué sous l'effet de la pression foncière et de l'exploitation du bois d'œuvre et du bois de chauffe (C. Clermont-Dauphin *et al.*, 2023, p.193).

Dans ce contexte, la caractérisation physico-chimique des sols s'impose comme un outil essentiel pour évaluer leur état de fertilité, diagnostiquer leurs contraintes majeures et orienter les pratiques de gestion durable (R. Lal, 2015, p. 5876). Elle permet notamment d'analyser la texture et la structure pour la composante physique, ainsi que le pH, la matière organique, la capacité d'échange cationique (CEC), les cations échangeables, le pourcentage de sodium échangeable, le phosphore et la conductivité électrique, pour la composante chimique. Ces informations constituent un support indispensable à la définition de stratégies d'amélioration de la productivité agricole et d'adaptation aux changements environnementaux (E. Perret *et al.*, 2015, p.2).

Historiquement, les principaux travaux de pédologie exhaustive dans le bassin arachidier à notre connaissance remontent aux études de C. Charreau et R. Fauck (1965), qui ont fourni une typologie des sols de la zone. Toutefois, ces données sont désormais anciennes et ne tiennent pas compte des évolutions récentes liées à la dégradation des sols, aux changements d'usage des terres et à la variabilité climatique. L'actualisation des connaissances sur les sols apparaît donc indispensable, non seulement pour mieux comprendre leur état actuel, mais aussi pour fournir une base scientifique solide aux politiques de gestion durable des terres. La présente étude,

réalisée dans l'observatoire de Niakhar, vise à faire la caractérisation physico-chimique des sols pour une actualisation des connaissances pédologiques du sud du bassin arachidier.

## **1. Données et Méthodes**

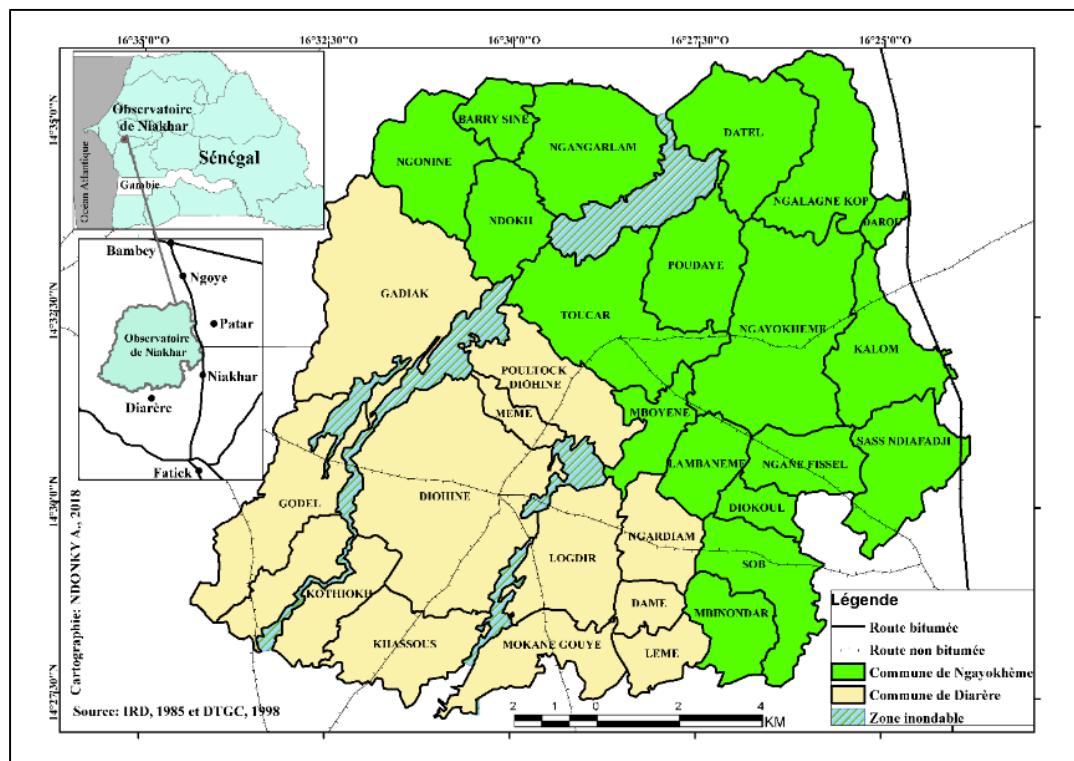
### ***1.1.Présentation de la zone d'étude***

Le bassin arachidier du Sénégal, couvrant les régions de Fatick, Kaolack, Diourbel, Kaffrine, Louga et Thiès, s'étend sur 51 315 km<sup>2</sup>, soit 57 % des terres cultivables du pays (M. Gueye *et al.*, 2014, p.4). Située au Centre-Ouest du pays, cette zone constitue le cœur de la production arachidière ainsi que de certaines céréales sèches comme le mil, le maïs et le sorgho. Elle est cependant soumise à de fortes pressions environnementales et démographiques, avec une exploitation intensive des sols, de l'eau et de la végétation, impactant les moyens de subsistance des communautés locales (M. Mbow, 2017, p.5 ; R. Belmin *et al.*, 2022, p.4).

Sur le plan climatique, le bassin arachidier se situe entre le domaine Nord Soudanien continental et le domaine Sahélien continental, avec une pluviométrie moyenne annuelle d'environ 500 mm et des températures dépassant 27,6 °C (N. Garambois *et al.*, 2019, p.23 ; Sene, 2024, p.145). Le relief est essentiellement plat et les sols ferrugineux tropicaux dominent, favorisant la culture de l'arachide et des céréales. La zone est également marquée par une forte densité rurale, où l'agriculture demeure l'activité principale (D. Masse *et al.*, 2020, p.4 et 5).

La zone sud du bassin, notamment l'observatoire de Niakhar, illustre ces dynamiques. Situé à 150 km de Dakar en pays sère, il regroupe 30 villages des communes de Ngayokhème et Diarère. Créé en 1962, il est le plus ancien observatoire de population actif en Afrique et permet d'étudier les interactions entre pressions anthropiques et transformations des ressources naturelles (V. Delaunay *et al.*, 2018, p.10).

**Figure 1 : Localisation de la zone d'étude**



Delaunay et al. 2018, p.10

### 1.2. Echantillonnage de sols

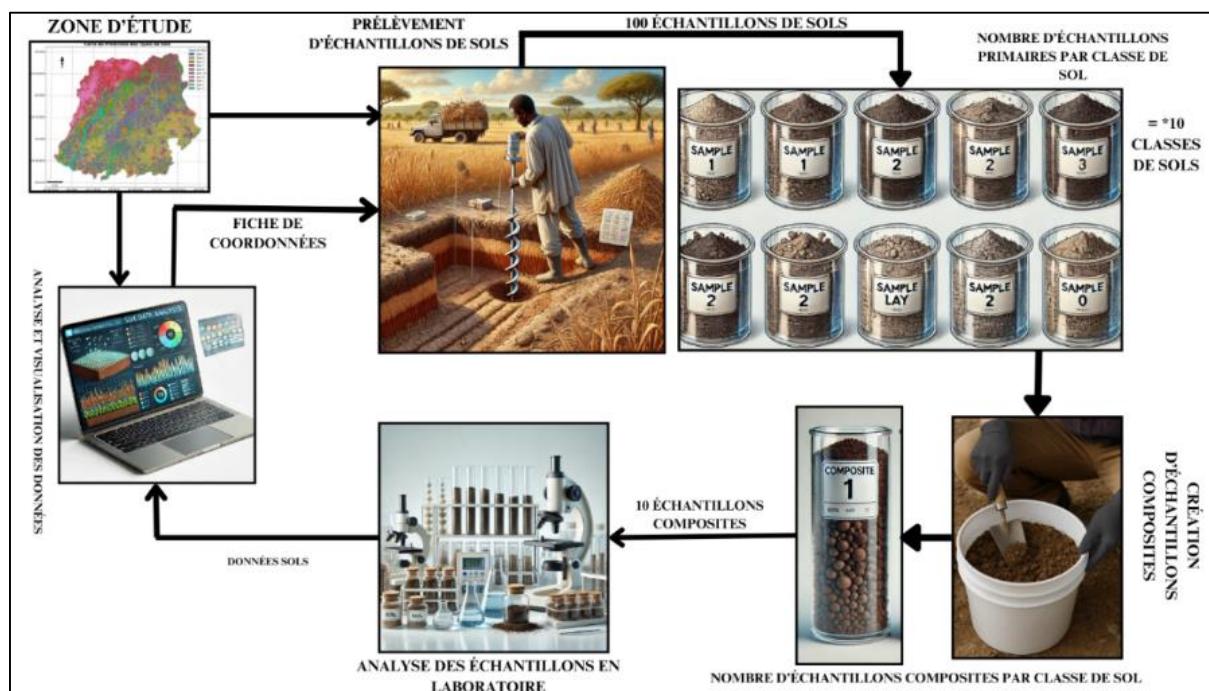
Le prélèvement et l'analyse des sols constituent une étape clé de la caractérisation pédologique. Les sites ont été choisis à partir d'une carte prédictive des sols, élaborée à partir d'indices de télédétection corrélés aux principaux facteurs pédogénétiques (climat, organismes, relief, matériel parental et temps). Les coordonnées exactes de chaque point ont été extraites via Google Earth Engine, assurant précision et traçabilité.

La stratégie d'échantillonnage combinait un hypercube latin conditionné et un échantillonnage aléatoire stratifié. L'hypercube latin a généré initialement 500 points répartis selon les gradients environnementaux et pédologiques (M. D. McKay *et al.*, 1979 ; B. Minasny et A.B. McBratney, 2006), puis ceux-ci ont été stratifiés selon les classes de sols prédictes (P. Lagacherie *et al.*, 2013). Cent points d'échantillonnage ont finalement été retenus (10 par classe), en tenant compte de l'accessibilité sur le terrain, et chaque point a été codé et associé à ses données environnementales et pédologiques (H. Gumuchian et C. Marois, 2000). Les prélèvements ont été effectués à l'horizon de surface (0-15 cm) (K. Reid, 2006).

Pour rationaliser les coûts tout en assurant la représentativité, dix échantillons composites ont été constitués à partir des prélèvements ponctuels de chaque classe de

sol. Ces échantillons ont été acheminés au laboratoire d'analyse des sols de l'Institut National de Pédologie (INP) à Dakar pour des analyses physico-chimiques.

**Figure 2: Protocole d'échantillonage de sols**



### 1.3. Analyses physiques des échantillons de sols

Au laboratoire, les échantillons de sol ont été séchés à l'ombre puis tamisés à 2 mm, afin d'éliminer les éléments grossiers et d'obtenir une fraction fine homogène destinée aux analyses physico-chimiques. L'étude des paramètres physiques a porté sur la granulométrie, déterminante pour la caractérisation texturale des sols. Les mesures ont été réalisées avec un granulomètre à diffraction laser (Mastersizer 3000), permettant une analyse rapide et précise de la distribution des particules selon le principe de diffraction de la lumière à travers une suspension.

### 1.4. Analyses chimiques des échantillons de sols

Les analyses chimiques ont porté sur plusieurs paramètres clés de la fertilité. Le pH et la conductivité électrique (CE) ont été mesurés dans une suspension sol-eau afin d'évaluer respectivement l'acidité et la salinité des échantillons. La capacité d'échange cationique (CEC), indicateur de la réserve en éléments nutritifs, a été déterminée par la méthode à l'acétate d'ammonium selon C. Ollat et A. Combeau (1988). Les bases échangeables ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  et  $\text{Na}^+$ ) ont été extraites avec la même solution et dosées par complexométrie (Ca, Mg) et photométrie de flamme (K, Na), conformément à P. Pelloux *et al.* (1971).

Le phosphore assimilable a été mesuré par la méthode Bray I, adaptée aux sols acides, avec lecture colorimétrique à 650 nm (B. Dabin, 1970). Le carbone organique a été déterminé par oxydation au bichromate de potassium, suivie d'un titrage au sel de Mohr (CWEA, 2014). La matière organique a ensuite été estimée par conversion selon le facteur de Van Bemmelen (1,72). Enfin, l'azote total a été dosé selon la méthode de Kjeldahl, basée sur une digestion acide et une distillation, puis titré à l'acide sulfurique (Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 2014).

### **1.5.Traitements statistiques des résultats d'analyses**

Les données issues des analyses physico-chimiques des 10 échantillons composites ont été organisées dans un tableau matriciel et soumises à un traitement statistique en vue d'établir une typologie des sols. Des statistiques descriptives (moyennes par classe de sol) ont permis d'identifier les profils dominants et de faciliter la comparaison entre échantillons.

La texture a été déterminée à partir des proportions granulométriques projetées dans le triangle textural de l'USDA via RStudio, complétée par une évaluation de la structure (stabilité structurale). Les propriétés chimiques ont été interprétées en référence à des seuils normatifs : M. Bocoum (2004) pour la salinité et le pH, et BUNASOL (1990) pour la matière organique, l'azote, le phosphore, le potassium, la CEC, les bases échangeables et le taux de saturation en bases.

**Tableau 1: Seuils d'interprétation de la teneur des paramètres chimiques du sol**

Paramètres sols	Très bas	Bas	Moyen	Élevé	Très élevé
Matière organique (MO) %	< 0,5	0,5 - 1,0	1,0 - 2,0	2,0 - 3,0	> 3,0
Azote total (N) %	< 0,02	0,02 - 0,06	0,06 - 0,10	0,10 - 0,14	> 0,14
Phosphore assimilable (P) ppm	< 5	05-10	10-20	20 - 30	> 30
Phosphore total (P') ppm	< 100	100 - 200	200 - 400	400 - 600	> 600
Potassium disponible (K) ppm	< 25	25 - 50	50 - 100	100 - 200	> 200
K total (K') ppm	< 500	500 - 1000	1000 - 2000	2000 - 4000	> 4000
CEC (T) méq/100g	< 5	05-10	10-15	15 - 20	> 20
Saturation en bases (S/T) %	< 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	> 80
Somme des bases (S) méq/100g	< 1	01-06	06-11	11-16	> 16

Source : BUNASOL, 1990

**Tableau 2: Appréciation du pH et de la salinité**

PH		Conductivité Electrique (CE)	
Gammes de pH	Sol	Conductivité Electrique ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	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		

Source : Bocoum, 2004

Une analyse en composantes principales (ACP) a ensuite été menée pour explorer les relations multivariées entre les paramètres pédologiques, et de mettre en évidence les principaux gradients de variation. Cette approche a permis de regrouper les sols en fonction de leurs similitudes, tout en réduisant la dimensionnalité du jeu de données. Elle a été complétée par une classification hiérarchique ascendante (CHA) selon la méthode de J.H. Ward (1963), permettant d'agréger les échantillons en groupes homogènes, selon leurs similitudes physico-chimiques

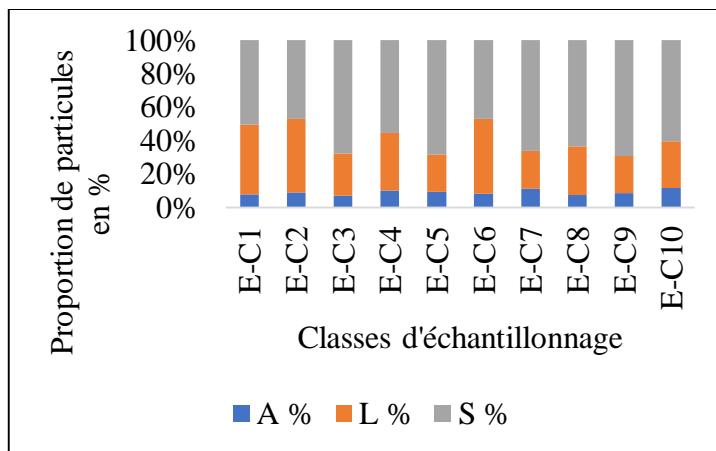
## 2. Résultats

### 2.1. Les propriétés physiques des sols

#### 2.1.1. Texture du sol

L'analyse texturale des échantillons par classe de sols montre une variation des proportions de sables, de limons et d'argiles d'une classe de sols à une autre. Cette variation est marquée par une prédominance de la proportion des particules sableuses (S) dans tous les classes de sol, ensuite les particules limoneuses (L) et enfin les particules argileuses (A).

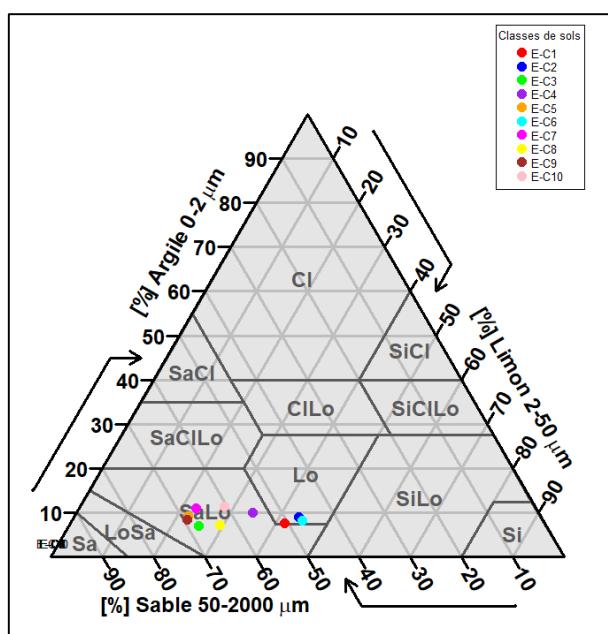
**Figure 3: Granulométrie des échantillons par classe de sol**



Sources : Données Sene, Janvier 2025

L'analyse granulométrique (Figure 3) révèle une nette prédominance des particules sableuses dans l'ensemble des échantillons, avec des proportions généralement supérieures à 50 %, à l'exception des classes E-C2 (47,17 %) et E-C6 (46,98 %). Les fractions limoneuses sont particulièrement marquées dans les classes E-C1, E-C2, E-C4 et E-C6, atteignant des valeurs comprises entre 34 et 44 %. En revanche, la teneur en argile reste globalement faible (< 20 %), traduisant une faible contribution de cette fraction dans les sols de la zone. La classification texturale selon le triangle de l'USDA situe les échantillons principalement dans deux classes : les limons sableux (SaLo) et les limons (Lo), relevant des textures franches, caractérisées par un équilibre relatif entre sable, limon et argile.

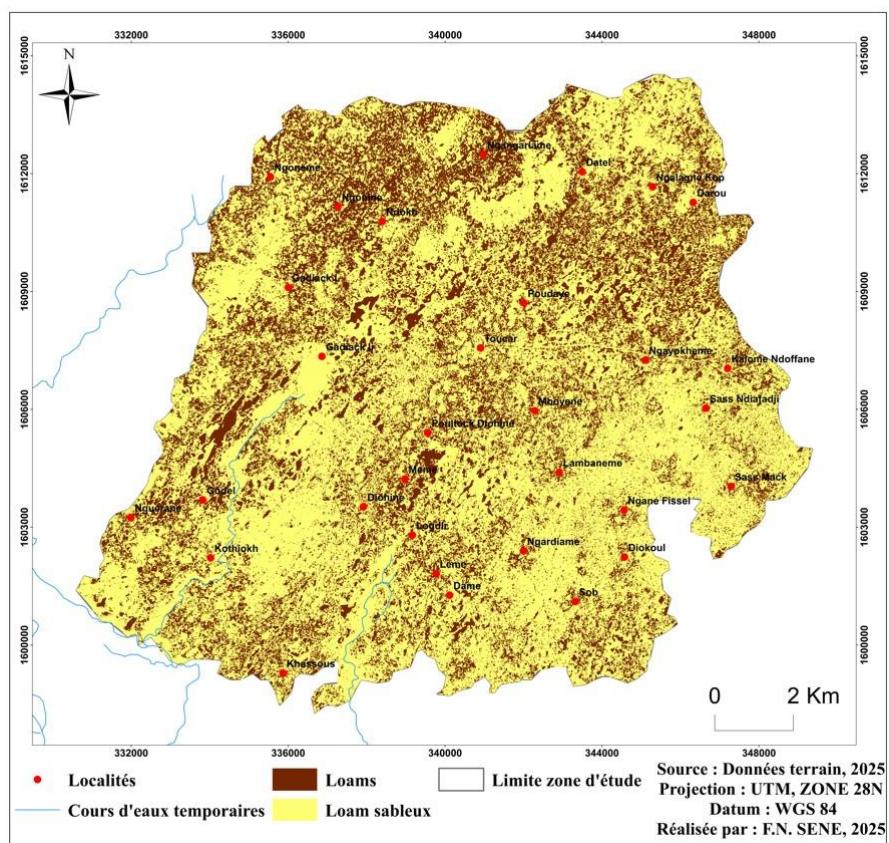
**Figure 4: Diagramme texturale des classes de sols**



Sources : Données Sene, Janvier 2025

Les résultats (Figure 4) mettent en évidence une nette dominance des limons sableux, regroupant la majorité des classes de sols de la zone. Ces sols, caractérisés par une proportion de sable > 43 % et une faible teneur en argile (< 20 %), présentent une texture légère et aérée, favorable aux cultures maraîchères, légumineuses et céréalières, sous réserve d'une fertilisation appropriée (R. Doucet, 2006, p.138). Les limons, plus restreints et représentés par les classes E-C1, E-C2 et E-C6, associent 41-45 % de limon à 47-50 % de sable et moins de 10 % d'argile. Leur texture plus équilibrée, souvent liée à des dépôts alluviaux, leur confère une bonne aptitude à l'ensemble des cultures, moyennant une gestion adaptée de la structure.

**Figure 5: Répartition spatiale de la texture du sol**



## 2.1.2. Structure du sol

### 2.1.2.1. Stabilité structurale du sol

La stabilité structurale, capacité des agrégats du sol à résister à la désagrégation sous l'effet de l'eau et des contraintes mécaniques, est une propriété essentielle influençant l'infiltration, l'aération racinaire et la résistance du sol à l'érosion. Sa dégradation entraîne une compaction, une croûte de battance, une diminution de la porosité et une perte de productivité des sols (C.J. Bronick et R. Lal, 2005, p.4). Pour évaluer cette stabilité dans les sols cultivés, nous avons utilisé l'indice de stabilité structurale (IS) I.

Soltani (2019), qui met en relation la matière organique, stabilisante des agrégats, avec les particules fines (limon + argile) responsables de l'instabilité :

$$IS = MO / (L+A) \times 100 ; 0 \leq IS < \infty$$

où MO représente la teneur en matière organique (%) et L + A la somme des fractions limoneuses et argileuses (%).

**Tableau 3: Analyse de la stabilité structurale avec l'indice d'instabilité structurale**

IDS	A %	L %	S %	MO %	IS %
E-C1	7,75	41,63	50,63	0,938	1,9
E-C2	9	43,83	47,17	1,095	2,07
E-C3	7	25,34	67,66	0,625	1,93
E-C4	10	34,37	55,64	0,625	1,41
E-C5	9,25	22,12	68,64	1,22	3,89
E-C6	8,25	44,77	46,98	2,345	4,42
E-C7	11	22,77	66,23	0,469	1,39
E-C8	7,25	29,23	63,53	1,251	3,43
E-C9	8,5	22,24	69,26	0,782	2,54
E-C10	11,5	28,1	60,41	0,782	1,97

Sources : Données Sene, Janvier 2025

Les dix échantillons analysés présentent des indices de stabilité structurale (IS) compris entre 1,39 % (E-C7) et 4,42 % (E-C6), avec une moyenne inférieure au seuil critique de 5 % (Tableau 3). Selon la classification de D. Reynolds *et al.* (2009), reprise par I. Soltani (2019), ces valeurs indiquent une structure instable, sensible à la dégradation par l'eau ou le tassemement mécanique. Aucun échantillon n'atteint les seuils définissant une structure stable (> 9 %) ou faiblement dégradable (7-9 %), démontrant une instabilité généralisée des sols dans la zone.

Cette fragilité est liée à la faible teneur en matière organique (< 1 % pour la majorité des sols) et à la forte proportion de particules sableuses et limoneuses, peu capables de maintenir l'intégrité des agrégats. Les échantillons les plus stables (notamment E-C6) combinent une matière organique relativement élevée et une proportion modérée de limon et d'argile, soulignant le rôle crucial des colloïdes et de la fraction fine dans la stabilisation des sols.

## 2.2. Propriétés chimiques des sols

L'analyse chimique des sols permet d'évaluer leur fertilité en fonction des éléments présents sous forme ionique et de leurs interactions. La variabilité des paramètres chimiques reflète l'influence des facteurs pédogénétiques, environnementaux et anthropiques sur la fertilité.

**Tableau 4: Interprétation des propriétés chimiques des échantillons de sols**

IDS	p H	Appréciation pH	CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Appréciation CE	MO (%)	MO (Classe )	N (%)	N (Classe )	P (ppm)	P (Classe )	CE C	CEC (Classe )	S (meq/100 g)	S (Classe )	T (%)	T (Classe )	K (meq/100 g)	K (Class e)
E-C1	6,3	Légèrement acide	12	Non salin	0,94	Bas	0,1	Bas	1,812	Très bas	5,1	Bas	3,106	Bas	61	Élevé	0,088	Très bas
E-C2	7,6	Légèrement alcalin	67	Non salin	1,1	Moyen	0,1	Moyen	3,624	Très bas	5,9	Bas	7,178	Moyen	122	Très élevé	0,04	Très bas
E-C3	6,6	Légèrement acide	16	Non salin	0,63	Bas	0	Bas	6,946	Bas	5,9	Bas	3,082	Bas	52	Moyen	0,064	Très bas
E-C4	6,6	Légèrement acide	2760	Extrêmement salin	0,63	Bas	0	Bas	3,141	Très bas	6	Bas	20,333	Très élevé	339	Très élevé	0,208	Faible
E-C5	5,8	Modérément acide	12	Non salin	1,22	Moyen	0,1	Moyen	3,684	Très bas	7	Bas	2,91	Bas	42	Moyen	0,04	Très bas
E-C6	5,2	Très acide	15	Non salin	2,35	Élevé	0,1	Élevé	5,134	Élevé	7,3	Bas	8,475	Moyen	116	Très élevé	0,112	Bas
E-C7	5,6	Modérément acide	11	Non salin	0,47	Très bas	0	Très bas	5,375	Élevé	5,9	Bas	2,757	Bas	47	Moyen	0,112	Bas
E-C8	5,4	Acide	15	Non salin	1,25	Moyen	0,1	Moyen	4,349	Élevé	6,6	Bas	5,454	Moyen	83	Très élevé	0,096	Très bas
E-C9	5,7	Modérément acide	18	Non salin	0,78	Bas	0,1	Bas	43,727	Très élevé	5,5	Bas	2,976	Bas	54	Moyen	0,088	Très bas
E-C10	5,4	Acide	9	Non salin	0,78	Bas	0,1	Bas	5,617	Élevé	6,6	Bas	4,164	Moyen	63	Élevé	0,016	Très bas

*Données Sene, Janvier 2025*

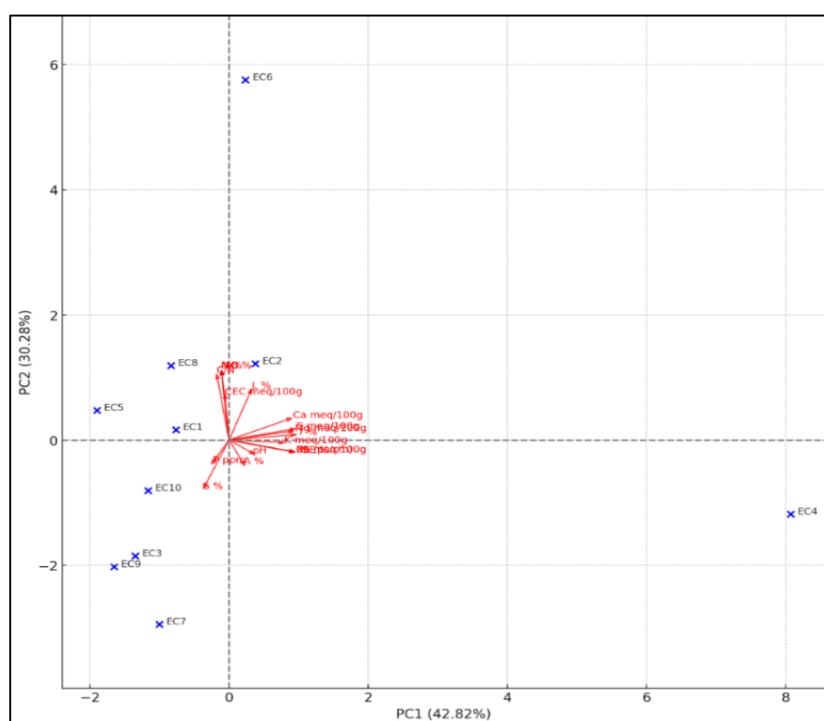
Dans les échantillons étudiés (Tableau 4), le pH varie de 5,2 à 7,6 (6,02 en moyenne), indiquant des conditions légèrement acides à neutres, à l'exception de E-C6 très acide et E-C2 légèrement alcalin. La conductivité électrique est globalement faible, sauf pour E-C4 ( $2760 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ ), traduisant une forte salinité ponctuelle.

La matière organique et l'azote total sont faibles (moyennes respectives : 1,01 % et 0,062 %), traduisant un stock organique réduit. Le phosphore assimilable est très bas pour la majorité des échantillons, hormis E-C9 (43,7 ppm). Les teneurs en potassium échangeable sont généralement très faibles, la CEC reste faible (5,1-7,3 meq/100 g), et E-C4 présente un pourcentage de sodium échangeable élevé (environ 60 %), révélant une sodicité marquée. Ces résultats indiquent une fertilité chimique limitée et une capacité réduite de rétention en éléments nutritifs dans la plupart des sols de la zone selon les seuils de BUNASOL (1990).

#### 2.2.1. Analyse en composante principale

L'analyse en composantes principales (ACP) fait ressortir deux axes dominants structurant la variabilité des sols. La première composante principale (PC1, 42,82 % de variance expliquée) représente un gradient de salinité des sols, tandis que la deuxième composante principale (PC2, 30,28 % de variance) exprime un gradient de fertilité chimique. Ces deux axes factoriels résument ensemble 73,10% de l'information, reflétant deux contrôles majeurs et indépendants sur la qualité des sols de la zone d'étude.

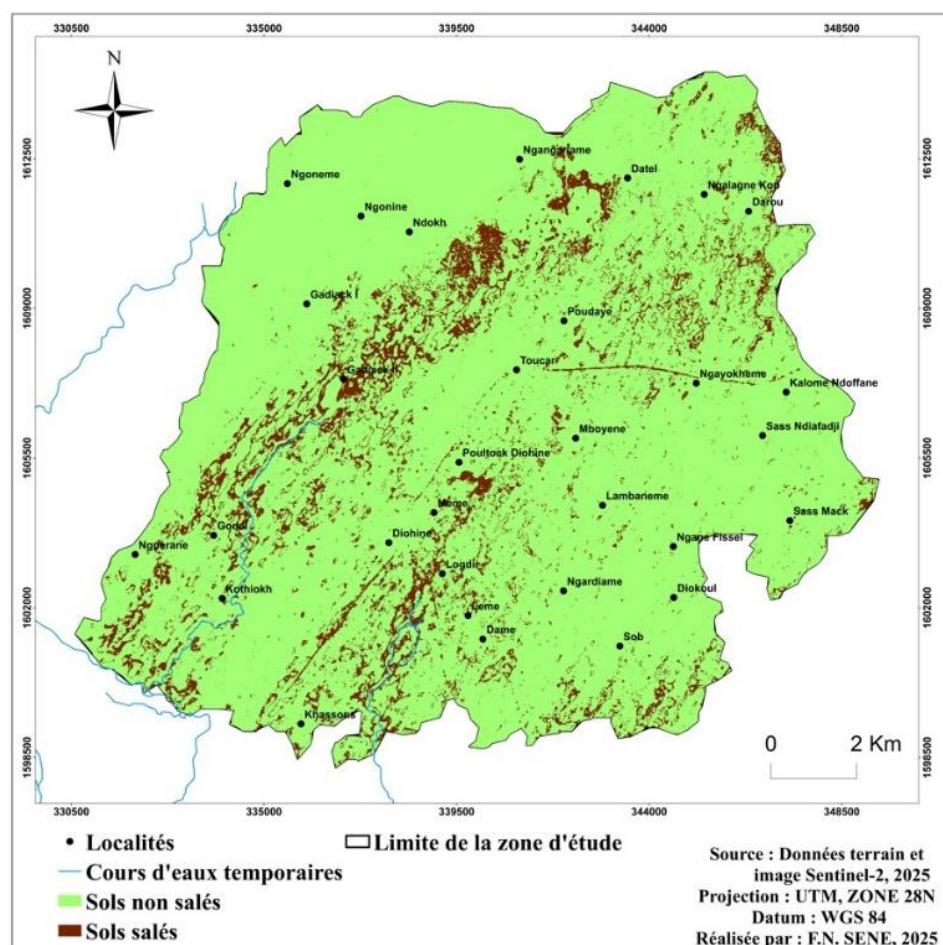
**Figure 6: Biplot de l'ACP**



Sources : Données Sene, Janvier 2025

L'axe principal PC1 (Figure 6) met en évidence un gradient de salinité et de sodicité. L'échantillon E-C4 se situe à l'extrémité positive, reflétant un sol fortement salin et sodique ( $CE = 2760 \mu\text{S}/\text{cm}$ ,  $ESP = 60,4\%$ ), avec un complexe d'échange dominé par  $\text{Na}^+$  et des problèmes structuraux importants. La majorité des échantillons (E-C1, E-C3, E-C5, E-C7, E-C8, E-C9, E-C10) présentent de faibles CE ( $< 250 \mu\text{S}/\text{cm}$ ) et des teneurs en Na négligeables, caractéristiques de sols non salins. Les échantillons E-C2 et E-C6 occupent une position intermédiaire, non salins mais plus riches en bases échangeables ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ). Ainsi, PC1 sépare clairement le sol salé E-C4 des sols non salins et souligne que la salinisation s'accompagne d'une sodisation impactant la stabilité structurale.

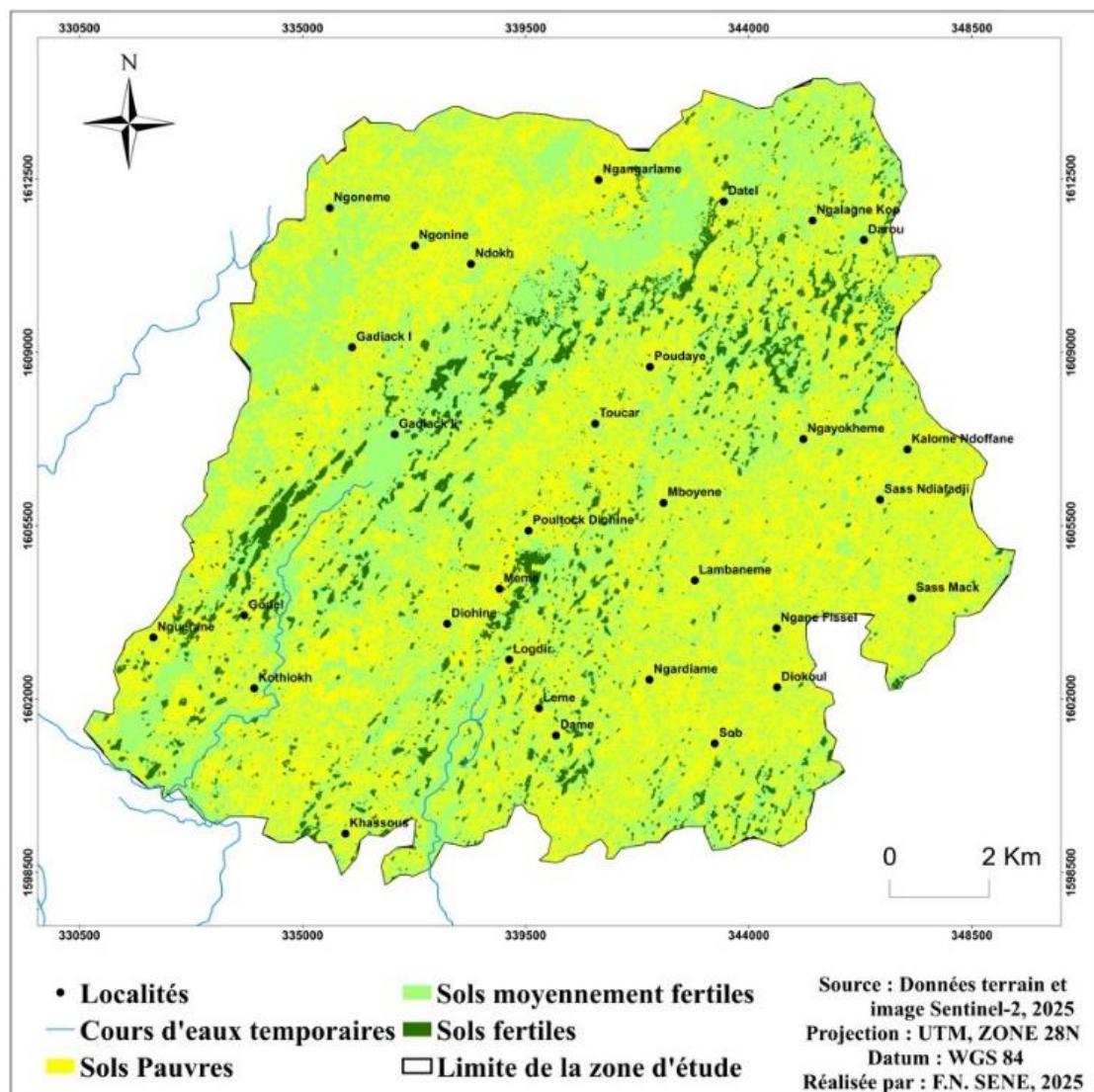
**Figure 7: Répartition spatiale de la salinité des sols**



L'analyse du second axe factoriel (PC2) (Figure 6) révèle un gradient de fertilité des sols, indépendant de la salinité. Les sols riches en matière organique, en carbone organique, en capacité d'échange cationique (CEC) et en nutriments (Ca, Mg, K, P) se situent aux valeurs élevées de l'axe, tandis que les sols pauvres en ces éléments occupent l'extrême opposée. L'échantillon E-C6 se démarque par une fertilité nettement supérieure, avec la plus forte teneur en matière organique et une CEC élevée. À l'opposé, les échantillons E-C3, E-C4, E-C7, E-C9 et E-C10, de texture

sableuse, présentent une faible fertilité. Les autres échantillons (E-C1, E-C2, E-C5 et E-C8) occupent une position intermédiaire, traduisant une fertilité chimique modérée. Ces résultats mettent ainsi en évidence l'importance de la matière organique et des réserves nutritives dans la différenciation des sols.

**Figure 8: Répartition spatiale du gradient de fertilité des sols**

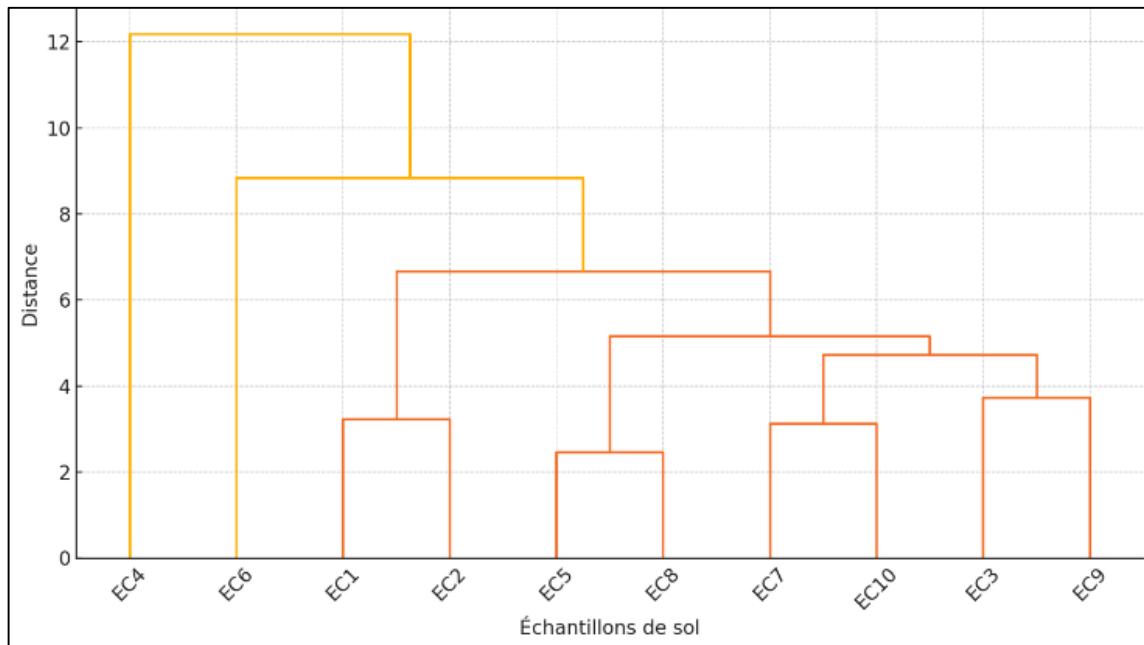


## 2.2.2. Classification hiérarchique ascendante (CHA)

La classification hiérarchique ascendante a permis d'identifier quatre groupes de sols aux propriétés distinctes (Figure 9). Le premier regroupe (E-C1 et E-C2) des sols limoneux de fertilité modérée, avec un pH allant de légèrement acide à légèrement alcalin, une faible à moyenne teneur en matière organique (0,938-1,095 %) et une CEC basse mais équilibrée grâce au calcium et au magnésium. Le second (C3, E-C5, E-C7, E-C8, E-C9 et E-C10) correspond à des sols limono-sableux globalement pauvres à moyennement fertiles, caractérisés par une faible proportion d'argile, une CEC limitée et une matière organique faible à modérée, avec des disponibilités en nutriments

variables. Le troisième, représenté par un seul échantillon (E-C6), présente une forte teneur en matière organique (2,345 %), une bonne réserve en bases échangeables et une texture équilibrée, mais un pH acide pouvant limiter certains éléments. Le dernier groupe (E-C4) correspond à un sol salé et sodique, marqué par une forte conductivité électrique et un excès de sodium qui déstabilise le complexe d'échange malgré la présence de calcium et de magnésium.

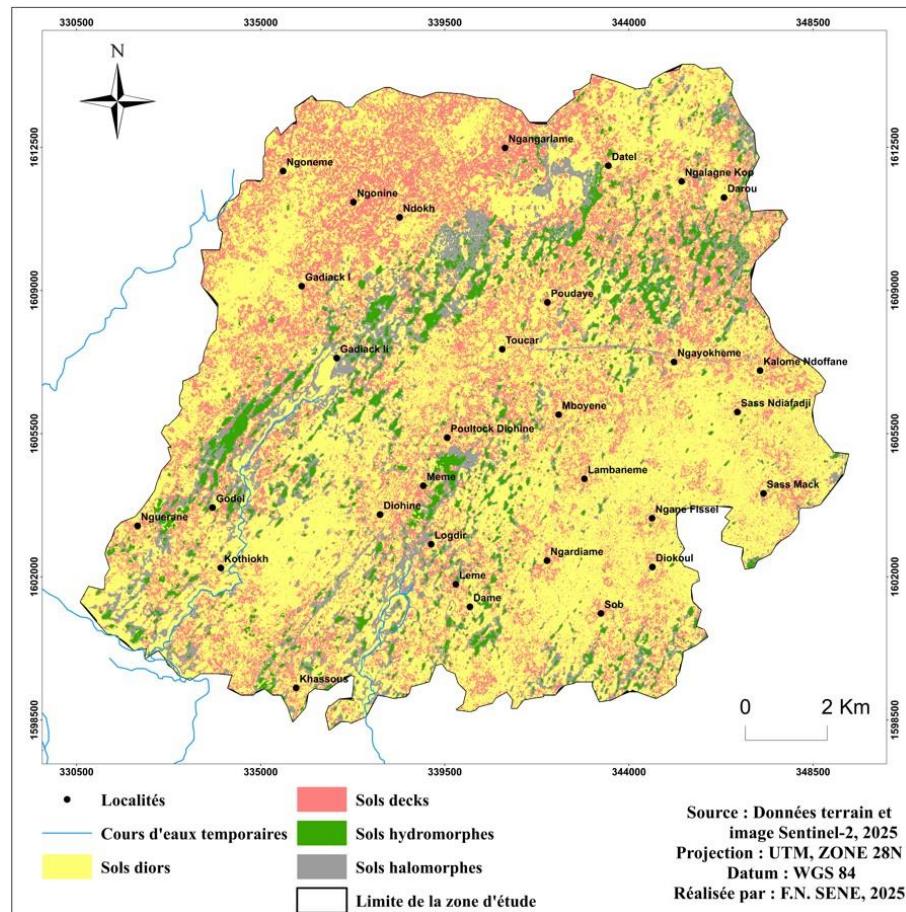
**Figure 9: Dendrogramme de CHA des échantillons de sols**



Sources : Données Sene, Janvier 2025

L'algorithme k-means a permis de regrouper les échantillons en quatre groupes principaux reflétant la diversité pédologique de la zone d'étude. Le premier (E-C1 et E-C2) correspond à des sols équilibrés, non salins et modérément fertiles, proches des Deckss. Le deuxième regroupe (E-C3, E-C5, E-C7, E-C8, E-C9 et E-C10) des sols sableux appauvris et hétérogènes, typiques des Diors. Le troisième, représenté par un seul échantillon (E-C6), correspond à un sol fertile mais acide, rattaché aux sols hydromorphes. Enfin, le quatrième (E-C4) se caractérise par un sol salin-sodique extrême à tendance hydromorphe, représentatif des halomorphes.

**Figure 10: Types de sols de la zone d'étude**



### 3. Discussion

L'analyse des propriétés physiques et chimiques des sols de la zone d'étude montre une forte variabilité pédologique, révélant une hétérogénéité locale marquée. L'étude granulométrique indique une prédominance des textures limono-sableuses (sable > 50 %, argile < 20 %), favorisant l'aération, le drainage et la mise en culture (N.C. Brady et R.R Weil, 2010, p.284), mais limitant la rétention en eau et en éléments nutritifs, ce qui accentue les risques de lixiviation (P.H. Taïda, 2019, p.172). Ce constat rejoint les observations de G. Aubert *et al.* (1947, p.7) sur la pauvreté chimique des sols diors. La squelettisation et l'appauvrissement organique des horizons supérieurs s'expliquent également par l'érosion (E. Roose, 2010, p.22).

Certains profils (E-C1, E-C2, E-C6) présentent une texture limoneuse, plus favorable à la rétention d'eau et de nutriments (FAO, 2006, p.26), mais sensible à la compaction (ONF, 2009, p.5) et à la battance (M. Annabi, 2005, p.16). La variabilité texturale impose donc des stratégies différencierées de gestion pour maintenir la durabilité agricole.

Sur le plan structural, les sols sont marqués par une faible stabilité (G. Monnier et J. Boiffin, 1993, p.63) liée à la dominance des textures limono-sableuses et à la faible

teneur en argile et en matière organique (A. Bollinne et P. Rousseau, 1978, p.131). L'apport de matière organique apparaît nécessaire pour améliorer la cohésion et la stabilité.

Les propriétés chimiques confirment cette variabilité : la matière organique est généralement faible, sauf en E-C6, ce qui rejoint les observations de C. Louhoungou et C.E. Mabiala (2001, p.18) sur les sols sablo-argileux et limoneux qui se situent au bord de la Gambie à Kédougou et dans les vallées de Diarha. Cette pauvreté en matière organique résulte notamment de la convoitise des résidus de culture, du brûlis (A. M. Igue *et al.*, 2013, p.21 ; T. Chevallier *et al.*, 2020, p.13), de la texture peu favorable à la stabilisation organique (B. Dabin, 1980, p.198) et du faible couvert végétal (E. Roose *et al.*, 2017, p.17). Le pH varie de très acide à légèrement alcalin, sans corrélation avec la saturation en bases, indiquant une influence d'apports exogènes comme les engrains azotés (N. Koull et M.T. Halilat, 2016, p.13). La CEC est faible (6,18 meq/100 g en moyenne), confirmant la pauvreté des sols ferrugineux tropicaux (B. Z. Boli *et al.*, 2000, p.313).

La majorité des sols sont non salins, à l'exception d'E-C4 qui présente une salinité et une sodicité extrêmes (P. Rengasamy, 2006, p. 1018 ; K. Zayani et J. Ben Nacib, 2010, p.256), liées à l'influence marine et à l'évaporation. Le phosphore assimilable est globalement faible, conformément aux caractéristiques des sols ferrugineux tropicaux (P. Hinsinger, 2017, p.269), en raison de sa fixation sous différentes formes (N.J. Barrow, 1984, p.285 ; P. Hinsinger, 2001, p.178).

L'ACP met en évidence deux gradients majeurs : un gradient de salinité et de sodicité (PC1), illustré par E-C4, et un gradient de fertilité (PC2), avec E-C6 à l'extrémité positive (riche en MO et CEC) et des sols appauvris à l'opposé. La classification hiérarchique distingue quatre groupes : (1) sols limoneux modérément fertiles assimilables aux « *Ndack né* » (Decks) ; (2) sols limono-sableux appauvris, les « *Joor lé* » (Dior) ; (3) sols hydromorphes riches en matière organique (« *Xur* ») ; (4) sols halomorphes salinisés (« *o tan* »).

Ces résultats confirment la forte variabilité spatiale de la fertilité et montrent l'importance d'une gestion différenciée, adaptée aux contraintes locales, pour assurer une utilisation durable des terres.

## **Conclusion**

L'analyse intégrée des propriétés physiques et chimiques des sols de la zone d'étude a permis de mettre en évidence une grande variabilité spatiale des profils pédologiques. Les résultats montrent que la texture dominante est limono-sableuse, avec des variations notables vers des textures plus limoneuses selon la position topographique et le couvert végétal. Cette texture, combinée à une instabilité structurale, confère aux sols une faible capacité de rétention en eau et en éléments

nutritifs, accentuant les phénomènes de lixiviation, de lessivage et d'érosion. Sur le plan chimique, les sols se distinguent globalement par une fertilité faible à moyenne, marquée par des teneurs faibles en matière organique, en azote et en bases échangeables. Toutefois, certains profils (E-C4) présentent des spécificités marquées : des concentrations élevées en sels solubles et en sodium échangeable indiquent une salinité et une sodicité préoccupantes, particulièrement dans les zones halomorphes. En revanche, les profils localisés en zones d'accumulation organique (E-C6), notamment les bas-fonds hydromorphes, se révèlent plus riches en nutriments, traduisant une fertilité accrue mais limitée par des contraintes d'exploitabilité et d'acidité. L'approche multivariée mobilisant l'analyse en composantes principales (ACP), la classification hiérarchique ascendante (CHA) et la classification K-Means a permis de structurer cette diversité en groupes pédologiques homogènes, révélant ainsi des unités de sol différenciées, à la fois sur le plan morphologique et chimique. Ainsi, cette étude pose les bases d'une typologie des sols intégrant les indicateurs quantitatifs issus des analyses de laboratoire, ouvrant la voie à une évaluation fine des aptitudes agricoles.

## Bibliographie

- ANNABI, Mohamed (2005). *Stabilisation de la structure d'un sol limoneux par des apports de composts d'origine urbaine : relation avec les caractéristiques de leur matière organique*. Thèse de doctorat, INAPG (AgroParisTech). <pastel-00001588>
- AUBERT, Georges, DUBOIS, J. et MAIGNIEN R. (1947). *Les sols à arachides du Sénégal*. Rapport G.G. AOF, ORSTOM, no 26.
- BAKHOUM, Niokhor, HUMM Ethan, KHAN, Noor, HIRSCH, Ann M. (2024). « Soil microbiomes from the groundnut basin of Senegal contain plant growth-promoting bacteria with potential for crop improvement in arid soils ». *Canadian Journal of Microbiology*, 70(12), 538-550. <https://doi.org/10.1139/cjm-2024-0031>
- BARROW, N. J. Modelling the effects of pH on phosphate sorption by soils. *Journal of Soil Science*, 1984, vol. 35, no 2, p. 283-297.
- BASSE, Zelbié, YANOGO, Isidore Pawendkisgou, et IDANI, Fulgence Talaridia, (2023). Caractérisation des sols ferrugineux tropicaux lessivés et des sols bruns eutrophes tropicaux pour l'utilisation agricole dans le bas-fond de Goundi-Djoro (Burkina Faso). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, vol. 17, no 1, p. 247-266.
- BELMIN, Raphael, VERMEIRE, Marie-Liesse et CAMARA Astou Diao, (2022). « Dans le bassin arachidier du Sénégal, l'agroforesterie tente de retrouver sa place ». *The Conversation*. <https://theconversation.com/dans-le-bassin-arachidier-du-senegal-lagro>

BOCOUM, M. (2004). *Méthodes d'analyses des sols*. Document de travail, Institut National de Pédologie, Dakar (Sénégal), 55 p

BOLLINE Arthure, ROUSSEAU Pierre, 1978, « Erodibilité des sols de moyenne et haute Belgique. Utilisation d'une méthode de calcul du facteur K de l'équation universelle de perte en terre ». *Bull.Soc.Géogr. de Liège*, 14,4 : 127- 140.

BRADY, Nyle C., et WEIL, Ray R. (2010). *La nature et les propriétés des sols* (13<sup>e</sup> éd.). Prentice Hall.

BRONICK, CJ., et LAL, Rattan (2005). « Soil structure and management: a review ». *Geoderma*, 124, 3-22.

BUNASOLS (1990). *Manuel pour l'évaluation des terres*. Documentation technique n° 6, Ouagadougou.

CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC (2014). *Détermination de l'azote total Kjeldahl et du phosphore total : digestion acide - méthode colorimétrique automatisée (MA. 300 - NTPT 2.0, Rév. 2)*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Québec.

CHARREAU, Claude et FAUCK, Roger (1965). *Les sols du Sénégal*. Études sénégalaïses n° 9, ORSTOM.

CHEVALLIER, Tiphaine, RAZAFIMBELO, Tantely M., CHAPUIS-LARDY, Lydie et BROSSARD, Michel, (2020). *Carbone des sols en Afrique : impacts des usages des sols et des pratiques agricoles*. FAO & IRD.

CLERMONT-DAUPHIN, Cathy, N'DIENOR, Moussa, LEROUX, Louise, BA, Halimatou. S, BONGERS, Frans, JOURDAN, Christophe, ROUPSARD Olivier, DO, Frederic C., COURNAC, Laurent, SEGHIERI, Josiane, (2023). « Faidherbia albida trees form a natural buffer against millet water stress in agroforestry parklands in Senegal ». *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 27(3), 182-195. <https://doi.org/10.25518/1780-4507.20477>

CWEA. (2014). *Détermination du carbone organique par oxydation sulfochromique (S-III-8.2v3)*. Institut scientifique de service public, Wallonie.

DABIN, Bernard (1970). « Méthode d'étude de la fixation du phosphore sur les sols tropicaux ». *Coton et Fibres tropicales*, XXV(3).

DABIN, Bernard (1980). « Les matières organiques dans les sols tropicaux normalement drainés ». *Gah. O.R.S.T.O.M.*, série Pédologie, XVIII(3-4), 197-215.

DELAUNAY, DESCLAUX, Alice et SOKHNA, Cheikh, (éd.), (2018). Niakhar, mémoires et perspectives. Recherches pluridisciplinaires sur le changement en Afrique. Marseille et Dakar, Éditions de l'IRD et L'Harmattan Sénégal, 535 p.

DOUCET, Roger (2006). *Le climat et les sols agricoles*. Berger AC.

FALCONNIER, Gatien N., CORBEELS, Marc, BOOTE, Kenneth J., (s2020). Modelling climate change impacts on maize yields under low nitrogen input conditions in sub-Saharan Africa. *Global change biology*, vol. 26, no 10, p. 5942-5964.

FAO. (2006). *Guidelines for Soil Description*. FAO.

FOTH, H. D., et ELLIS, B. G. (1997). *Fertilité des sols* (2<sup>e</sup> éd.). Lewis CRC Press LLC.

GARAMBOIS, Nadège, LE GOFF Ulysse, et THIBAUDEAU Lucie, (2019). « Sécheresse et ajustement structurel, une double adaptation : bassin arachidier sénégalais ». In : H. Cochet, O. Ducourtieux & N. Garambois (éds.), *Systèmes agraires et changement climatique au Sud*. Éditions Quæ. <https://books.openedition.org/quae/21117>

GUEYE, Macodou, NGOM, Mar, BENKAHLA, Amel, FAYE, Iba Mar, BROUTIN, Cécile, (2014). *La production des activités économiques des femmes dans le bassin arachidier : capitalisation de l'expérience de deux associations membres de la FONGS : ADAK et EGABI*. 25 p.

GUMUCHIAN, Hervé, et MAROIS, Claude (2000). *Initiation à la recherche en géographie*. Presses de l'Université de Montréal. <https://doi.org/10.4000/books.pum.1479>

HINSINGER, Philippe (2001). « Bioavailability of soil inorganic P in the rhizosphere as affected by root-induced chemical changes: a review ». *Plant and Soil*, 237, 173-195.

HINSINGER, Philippe, NDOUR, Yacine, BECQUER, THIERRY, CHAPUIS-LARDY, Lydie et MASSE, Dominique, (2017). « Les enjeux liés au phosphore dans les sols tropicaux ». In : É. Roose (éd.), *Restauration de la productivité des sols tropicaux et méditerranéens*. IRD Éditions. <https://doi.org/10.4000/books.irdeditions.24333>

HUGON, Philippe (1998). « L'agriculture en Afrique subsaharienne restituée dans son environnement institutionnel ». In : *Tradition et modernisation des économies rurales : Asie, Afrique, Amérique latine*. Graduate Institute Publications. <https://doi.org/10.4000/books.iheid.1597>

IGUE, Attanda Mouinou, SAIDOU, Aliou, ADJANOHOOUN, Adolphe, EZUI, Guillaume, ATTIOGBE, Patrice, KPAGBIN, Gustave, GOTOECHAN-HODONOU, Henriette, YOUL, Sansan, PARE, Tahibou, BALOGOUN, Ibrahim, OUEDRAOGO, Jean, DOSSA, Ekwe, MANDO, Abdoulaye et SOGBEDJI, Jean M. (2013). « Évaluation de la fertilité des sols au sud et centre du Bénin ». *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB)*, numéro spécial : Fertilité du maïs.

KOME, Georges Kogge, KOGGE ENANG Roger, TABI, Fritz Oben et YERIMA, Bernard Palmer Kfuban (2019). « Influence des minéraux argileux sur certains attributs de fertilité du sol : une revue ». *Open Journal of Soil Science*, 9, 155-188. <https://doi.org/10.4236/ojss.2019.99010>

KOULL, N. et HALILAT, M. T. (2016). « Effets de la matière organique sur les propriétés physiques et chimiques des sols sableux de la région d'Ouargla (Algérie) ». *Étude et Gestion des Sols*, 23, 9-19.

LAGACHERIE, Philippe, ARROUAYS, Dominique et WALTER, Christian, (2013). « Cartographie numérique des sols : principes, mise en œuvre et potentialités ». *Étude et Gestion des Sols*, 20(1), 83-98. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01209244>

LAL, Rotin (2015). « Restaurer la qualité des sols pour atténuer leur dégradation ». *Sustainability*, 7(5), 5875-5895. <https://doi.org/10.3390/su7055875>

LOUHOUNGOU, Crépin, et MABIALA, Claude Erick (2001). « Etude de la valeur agronomique de sols au Sénégal Oriental et en Haute Casamance. Programme Sénégal Oriental » *IRD-UCAD*, Edition IRD, vol. 34.

MASSE, Dominique, LALO, Richard, TINE, Cheikh, BA, Marame, et VAYSSIERES Jonathan. (2018). « Les trajectoires agricoles dans le bassin arachidier au Sénégal : éléments de réflexion à partir de l'observatoire de Niakhar ». In : V. Delaunay, A. Desclaux & C. Sokhna (éds.), *Niakhar, mémoires et perspectives*. IRD Éditions. <https://doi.org/10.4000/books.irdeditions.31687>

MBOW, Madeleine (2017). *Les défis de l'agriculture sénégalaise dans une perspective de changements climatiques* [Mémoire de maîtrise, Université de Sherbrooke]. 90 p.

MCBRATNEY, Alex B., SANTOS, Maria De Lourdes Mendonça et MINASNY, Budiman, (2003). « On digital soil mapping ». *Geoderma*, 117(1-2), 3-52.

MCKAY, M. D., BECKMAN, R. J., et CONOVER, W. J. (1979). A Comparison of Three Methods for Selecting Values of Input Variables in the Analysis of Output from a Computer Code. *Technometrics*, 21(2), 239-245. <https://doi.org/10.2307/1268522>

MINASNY, Budiman, et MCBRATNEY, Alex B. (2006). « A conditioned Latin hypercube method for sampling in the presence of ancillary information ». *Computers & Geosciences*, 32(5), 1378-1388. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2005.12.009>

MONNIER, Gérard., et BOIFFIN, Jean. (1993). « La stabilité de la structure du sol. Originalité et actualité de l'approche de Stéphane Henin ».

OLLAT, C., et COMBEAU, A. (1988). « Méthodes de détermination de la capacité d'échange et du pH d'un sol : relations entre le complexe absorbant et le pH ». *African Soils*, V(3), 343-380.

ONF. (2009). *Sol : diagnostiquer la sensibilité du sol au tassement* (Fiche technique n°2).

PELLOUX P. (1971). *Méthodes de détermination des cations échangeables et de la capacité d'échange dans les sols*. Paris : ORSTOM

PERRET, Eric, CAHUZAC, Éric, CANTELAUBE, Pierre, GUIFFANT, Nadia et TURPIN, Nadine, (2015). « Protéger les sols et lutter contre le changement climatique : comment mesurer les disparités de stratégies locales ? » *VertigO – la revue électronique en sciences de l'environnement*, 15(2). <http://journals.openedition.org/vertigo/16459>  
<https://doi.org/10.4000/vertigo.16459>

PIERI, Christian (1992). « La gestion de la fertilité des terres tropicales : l'intensification agricole ». In : R. Pochat (dir.), *Environnement et développement durable : contribution de la recherche française dans les pays en développement*, p. 40-41. Ministère de la Recherche et de l'Espace, France.

REID, Keith (2006). *Échantillonnage et analyse de sol dans le cadre de la gestion des éléments nutritifs*. Ontario Ministère de l'agriculture, de l'alimentation et des affaires rurales.

RENGASAMY, Pichu (2006). « Salinisation mondiale, en particulier en Australie ». *Journal of Experimental Botany*, 57(5), 1017-1023. <https://doi.org/10.1093/jxb/erj10>

REYNOLDS, Daniel., DRURY Craig F, TAN, Chinsheng, DE CALIFORNIE, Renard et YANG Xueming, (2009). « Use of indicators and pore volume-function characteristics to quantify soil physical quality ». *Geoderma*, 152, 252-263.

RICHARDSON, Alan E., et SIMPSON, Richard J. (2011). « Soil microorganisms mediating phosphorus availability ». *Plant Physiology*, 156(3), 989-996. <https://doi.org/10.1104/pp.111.175448>

ROOSE, Éric, BOLI, Zachée, et RISHIRUMUHIRWA, Théodomir (2017). « Chapitre 1. Les sols tropicaux et leur dégradation en fonction des types d'érosion ». In *Restauration de la productivité des sols tropicaux et méditerranéens*, édité par Éric Roose. Marseille : IRD Éditions, 2017. doi: 10.4000/books.irdeditions.24141.

ROOSE, Éric, MOHAMED Sabir, et ABDELLAH Laouina, (2010). *La dégradation des terres et l'érosion des sols*. In *Gestion durable des eaux et des sols au Maroc*. Marseille: IRD Éditions. <https://doi.org/10.4000/books.irdeditions.319>

SENE, François Ngor, FALL, Aïdara Chérif Ahmadou Lamine et SANE, Yancouba, (2024). *Dégradation des Terres Agricoles par Salinisation dans la Vallée Fossile du Sine : Cas de la Commune de Niakhar (Région de Fatick)*. *Journal scientifique européen, ESJ* , 20 (35), 142. <https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n35p142>

SOLTANI, Inès (2019). *Évaluation des propriétés hydriques de sols de Bretagne grâce à un indice spectral proche infrarouge : pertinence régionale et objectivation de l'impact des pratiques agricoles*. Thèse de doctorat, Agrocampus Ouest Rennes, 216 p.

SULTAN, Benjamin, ROUDIER, Philippe, et TRAORÉ, Seydou (2015). « Les impacts du changement climatique sur les rendements agricoles en Afrique de l'Ouest ». In : B. Sultan, R. Lalou, M. A. Sanni, A. Oumarou & M. A. Soumaré (éds.), *Les sociétés rurales face aux changements climatiques et environnementaux en Afrique de l'Ouest*. IRD Éditions. <https://doi.org/10.4000/books.irdeditions.9773>

TAÏDA, Pierre Hinimbio (2019). *Réhabilitation de la fertilité des sols par usage des bioressources (*Crotalaria juncea L.* et *Brachiaria ruziziensis G.&E.*) en zone cotonnière de l'Extrême Nord, Cameroun*. Thèse de doctorat, Université de Maroua. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02305183>

TOUNKARA, Adama, SARR, Saer, NDIAYE, Malick, SENGHOR, Yolande, CAMARA, Boubacar, (2022). « Soil fertility renewal in millet-based cropping systems in the Groundnut Basin of Senegal: evolution and ways of improvement ». *African and Mediterranean Agricultural Journal* - Al Awamia, 137, 139-161. <https://doi.org/10.34874/IMIST.PRSM/afrimed-i137.36811>

VANLAUWE, Bernard., TILAHUN, Amede, BATIONO, Andre, BINDRABAN, Prem S., BREMAN, Henk, CARDINAEL, Rémi, COUEDEL, Antoine, CHIVENGE, Pauline, CORBEELS, Mark, DOBERMANN, Achim, FALCONNIER, Gatien, FATUNBI, wole, GILLER, Ken E., HARAWA, Robbie, MERCY Kamau, MERCKX, Roel, PALM, Cheryl, POWLSON, David, RUSINAMHODZI, Leonard, SIX, Johan, SINGH, Upendra, STEWART, Jachary P., VAN ITTERSUM, Martin, WITT, Christian, ZINGORE, Shamie et GROOT, Rod JJ., 2023. "Fertilizer and Soil Health in Africa. The Role of Fertilizer in Building Soil Health to Sustain Farming and Address Climate Change. <https://hub.ifdc.org/handle/20.500.14297/2085>

WARD, Joe H. (1963). « Hierarchical grouping to optimize an objective function ». *Journal of the American Statistical Association*, 58(301), 236-244.

ZAYANI, K., et BEN NACIB, Jihaine. (2010). « Impact du système d'irrigation et la qualité d'eau sur la perméabilité et la porosité du sol ». *Revue de l'INAT*, 25(2), 251-264.