

CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES SOLS DES VALLÉES RIZICOLES DU BASSIN VERSANT DE DIOULLOULOU, BASSE CASAMANCE, SÉNÉGAL



PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE SOILS OF THE RICE-GROWING VALLEYS OF THE DIOULLOULOU WATERSHED, BASSE CASAMANCE, SENEGAL

| Yancouba Sane ^{1*} | Aïdara Chérif Amadou Lamine Fall ¹ | Alioune Badara Dieye ³ | Boubou Aldiouma Sy ³ | et | Boubacar Demba Ba ⁴ |

¹. Université Assane Séck de Ziguinchor | Département de géographie | Laboratoire de Géomatique et Environnement | Ziguinchor | Sénégal |

². Institut National de Pédologie du Sénégal | Dakar | Sénégal |

³. Université Gaston Berger de Saint Louis | Laboratoire Leïdi "Dynamiques des territoires et développements | Saint Louis, Sénégal |

⁴. Université Assane Séck de Ziguinchor | Département de géographie | Laboratoire de Géomatique et Environnement | Ziguinchor | Sénégal |

| Received October 01, 2021 |

| Accepted October 11, 2021 |

| Published October 20, 2021 |

| ID Article | Yancouba-Ref1-ajira0141021 |

RÉSUMÉ

Introduction : La Basse Casamance subit, depuis les années 1970, une dégradation de ses vallées rizicoles liée à la salinisation et l'acidification. **Objectif :** Le présent travail se propose d'analyser les caractéristiques physico-chimiques des sols des rizières dans les vallées du Bassin versant de Diouloulou. **Méthodes :** Pour ce faire, sept vallées appartenant à sept villages du Bassin versant ont été sélectionnées et deux niveaux de toposéquence des vallées (amont et aval) ont fait l'objet de prélèvements d'échantillons de sol. Dans chacun des 7 villages retenus, deux échantillons composites ont été prélevés sur chaque niveau de la toposéquence (1 en amont et 1 en aval), soit quatorze (14) échantillons au total. Les analyses ont porté sur la granulométrie, la conductivité électrique (CE), le potentiel hydrogène (pH), la capacité d'échange cationique (CEC) ainsi que les teneurs en carbone (C), en azote (N), en phosphore (P) et en matière organique (MO). Elles ont été effectuées au laboratoire de l'Institut National de Pédologie (INP) du Sénégal. **Résultats :** Les résultats obtenus montrent une granulométrie dominée par le sable tandis que l'argile est faiblement représentée. L'acidité et la salinité des sols sont importantes et variables dans l'espace avec des valeurs du pH généralement faibles (pH < 6) et une conductivité électrique qui oscille entre 123 et 8340 µS/cm avec une concentration croissante de l'amont vers l'aval des vallées suivant le sens d'écoulement des eaux de surface. Les analyses ont également révélé que les ions dominants sont le chlorure et le sodium, ce qui donne un faciès géochimique chloruré sodique. La capacité d'échange cationique est également faible pour l'ensemble des sols étudiés. Le caractère salé et acide de ces sols favorise une baisse de leur fertilité et un important abandon de parcelles rizicoles.

Mots clés : Sols, rizières, Bassin versant, Diouloulou, Basse Casamance.

ABSTRACT

Introduction: Since the 1970s, Lower Casamance has suffered from degradation of its rice-growing valleys linked to salinization and acidification. **Objective:** The present work proposes to analyze the physico-chemical characteristics of the soils of the rice fields in the valleys of the watershed of Diouloulou. **Methods:** To do this, seven valleys belonging to seven villages in the watershed were the subject of soil sampling, ie fourteen (14) composite samples in total. The analyzes focused on particle size, electrical conductivity (EC), hydrogen potential (pH), cation exchange capacity (CEC) as well as carbon (C), nitrogen (N) and phosphorus (P) and organic matter (OM). They were carried out in the laboratory of the National Institute of Pedology (INP) of Senegal. **Results:** The results obtained showed a particle size determined by the sand while the clay is weakly represented. The acidity and salinity of the soils are important and variable in space with generally low pH values (pH <6) and an electrical conductivity which oscillates between 123 and 8340 µS / cm with an increasing concentration from upstream towards downstream of the valleys following the direction of flow of surface water. Analyzes also revealed that the dominant ions are chloride and sodium, resulting in a sodium chloride geochemical facies. The cation exchange capacity is also low for all the soils studied. The salty and acidic character of these soils favors a decrease in their soil fertility.

Keywords: Soils, rice fields, watershed, Diouloulou, Basse Casamance.

1. INTRODUCTION

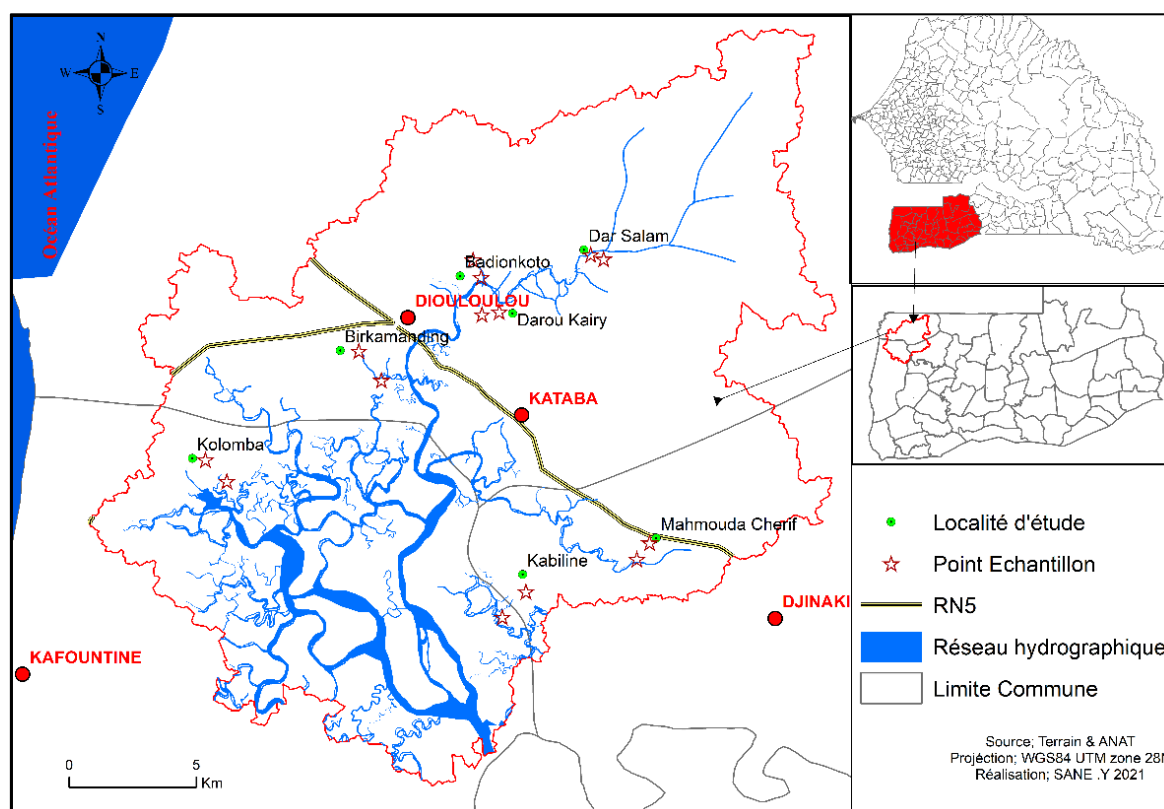
La formation du sol est un processus qui se déroule à des échelles de temps millénaires. Les propriétés des sols reflètent les effets du matériau d'origine, du climat et du temps pendant lesquels les processus de pédogenèse ont pu avoir lieu. Le climat joue un rôle dominant pour la formation et les caractéristiques des sols soit directement par l'eau et l'énergie, soit indirectement par la végétation et l'impact de la topographie et la pluie [1]. C'est un milieu vivant, dont la qualité peut être altérée de façon irréversible [2]. Les sols des rizières de la Basse Casamance où se trouve le Bassin versant de Diouloulou avaient pendant longtemps une réputation de fertilité. Ils constituent l'élément de base pour la culture du riz, qui est aujourd'hui compromise [3]. En effet, la sécheresse des années 1970 et 1980 et la variabilité interannuelle des précipitations ont provoqué des transformations profondes de l'environnement naturel de Basse Casamance [4]. Cette région naturelle se trouve désormais dans une situation de profondes mutations écologiques et socio-économiques déclenchées et amplifiées par les effets de la sécheresse des années 1970. Cette

sécheresse s'est traduite par la variabilité des précipitations provoquant ainsi des transformations de l'état des sols des rizières. Depuis cette période, les rizières sont progressivement dégradées par la salinisation et l'acidification [5].

La salinisation et l'acidification sont donc les véritables problèmes de la riziculture et constituent un défi important pour la Basse-Casamance en général et le Bassin versant de Diouloulou en particulier, mais également pour le monde agricole dans sa globalité [6, 7]. Cette étude se propose de déterminer les caractéristiques physico-chimiques des sols des rizières du Bassin versant de Diouloulou, Basse Casamance, afin d'analyser l'impact de la salinisation/acidification sur leur fertilité.

Localisation de la zone d'étude

Le bassin versant de Diouloulou est situé dans la région de Ziguinchor (Sud du Sénégal), au nord du département de Bignona et polarise quatre (4) communes : Diouloulou, Kataba1, Djinaki et Kafountine (carte 1). Il s'étend sur une longueur de 67,44 km du nord au Sud et une largeur de 42,01 km (d'Ouest en Est), soit une superficie de 502 km². La topographie est faible dans l'ensemble, la plus haute altitude étant de 45m et la majorité des altitudes sont inférieures ou égales à 10m. Il est caractérisé par un réseau de drainage dense qui soumet l'ensemble du Bassin versant à l'influence marine et accentue la salinisation (carte 1).



Carte 1 : La carte montre la situation géographique du Bassin versant de Diouloulou.

2. MATERIELS ET METHODES

2.1. Prélèvement des échantillons de sols

L'étude a porté sur sept vallées appartenant à sept (7) villages (Badionkoto, Dar Salam, Kabiline, Birkamading, Mahamounda, Kolomba et Darou Khairy) du Bassin versant de Diouloulou (Carte 1). Dans chacun des villages, un prélèvement d'échantillons a été effectué à deux niveaux de la toposéquence de la vallée, il s'agit de l'amont et de l'aval. Pour chacune des vallées et sur chaque niveau de la toposéquence, trois unités de surface rizicole d'environ 100 m² chacune (soit 10 m de côté) ont fait l'objet de prélèvements de carottes de sol. Dans chacune des trois unités, 5 carottes de sols sont prélevées suivant un procédé en diagonales. Le procédé est simple : une carotte dans chacun des 4 angles de l'unité rizicole et le cinquième au milieu de l'unité, c'est-à-dire au point d'intersection des diagonales. Un total de 210 carottes de sol a ainsi été prélevé, à raison de 15 carottes par niveau de toposéquence, soit 30 carottes pour chacune des sept vallées (15 en amont et 15 en aval). Les carottes de sol ont été collectées dans l'horizon superficiel [0 - 25] cm à l'aide d'une tarière pédologique. Ce niveau de prélèvement correspond environ au volume racinaire du riz et au maximum de pénétration du Kadiadou [8]. Le choix de cet horizon pédologique a donc tenu compte de la profondeur de la zone d'exploration des racines du riz et de leur alimentation en chaleur, en eau et en éléments nutritifs [9, 10, 11,12]. Les analyses ont porté sur la granulométrie, la conductivité électrique (CE), le potentiel hydrogène (pH), la capacité d'échange cationique (CEC) ainsi que les teneurs en carbone (C), en azote (N), en phosphore (P) et en matière organique (MO).

2.2. Composition de l'échantillon

Les carottes de sol prélevées ont subi deux niveaux d'association pour avoir des échantillons composites pour chaque vallée. Le premier niveau d'association est fait à l'échelle de l'unité de prélèvement où les 5 carottes de sol prélevées ont été mélangées dans un seau pour obtenir un échantillon composite. Ainsi, pour chaque vallée, nous avons constitué trois échantillons composites dans la partie amont et trois autres dans la partie aval.

Ensuite, le deuxième niveau d'association a consisté, pour chaque vallée, à mélanger les trois (3) échantillons de sol de chaque niveau de toposéquence déjà constitué en un (1) échantillon composite par niveau de la toposéquence. Dans chacune des vallées, deux échantillons composites sont ainsi constitués soit quatorze (14) échantillons de sol au total qui sont étiquetés et mis dans des sachets pour éviter leur altération.

2.3. Analyse des sols

Les 14 échantillons ont été analysés à l'Institut National de Pédologie (INP) du Sénégal. Pour ce faire, ils ont été d'abord débarrassés des pierres, broyés pour réduire les mottes compactes, tamisés de manière à obtenir des particules inférieures à 2 mm et analysés juste après pour leurs caractéristiques physicochimiques.

L'analyse s'est effectuée selon le protocole technique de cet institut de référence en matière de sol au Sénégal. L'analyse de la salinité des sols s'est basée sur l'interprétation de leur conductivité électrique (CE) suivant les normes de Durand [13], et celle de l'acidité s'est appuyée sur l'interprétation des valeurs du pH à travers la légende des séries de sols proposée par l'INP [14]. L'analyse granulométrique a été réalisée à l'aide d'un appareil de granulométrie à diffraction laser « Mastersizer 3000 » capable de fournir de manière constante des données précises, solides et fiables. La texture des différents échantillons de sol a été déterminée à l'aide du triangle textural de Tavernier et Maréchal (1958) avec l'aide logiciel R-3.4.3 et interprétée en se basant sur la grille de classification de la FAO-UNESCO [15]. La teneur en carbone (C), Azote (N), Potassium (K), phosphore (P), et Matière organique (MO) a été obtenue en utilisant l'échelle d'interprétation de Riquier () [16]. Pour apprécier l'activité biologique (minéralisation) du sol [17], le rapport C/N a été établi. Le bilan ionique (cations et anions) des échantillons à conductivité électrique supérieure ou égale à 500 $\mu\text{S}/\text{Cm}$ a ensuite été réalisé et les faciès chimiques des sols ont été déterminés à l'aide du diagramme de piper réalisé avec le logiciel Diagramme.

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1. Granulométrie des sols des vallées du Bassin versant de Diouloulou

3.1.1. La texture des sols des rizières amont

Les résultats de l'analyse granulométrique des sols des rizières amont montrent une prédominance de la fraction sableuse. Les plus importantes proportions de sables sont enregistrées à Badionkoton P1, Colomba P1 et à Darou khairy P1 avec des pourcentages respectifs de 61,2%, 65,1% et 50,3%; contrairement à Dar Salam P1 (48,8%), Kabiline P1 (47,9%), Birkamading P1 (48,4%) et Mahamouda P1 (41,1%). Cette fraction est suivie de celle limoneuse pour l'essentiel des échantillons avec des proportions plus ou moins importantes notamment avec des valeurs de 31,8% à Badionkoton P1, 41,9% à Dar salam P1, 42,7% à Kabiline P1, 45,4% à Birkamading P1, 29,6% à Colomba P1 et 50,3% à Darou khairy P1. La 2^e fraction dominante reste donc les limons, à l'exception de Mohamouda 1 où l'argile domine avec 31% contre 27,7% pour les limons (figure 1).

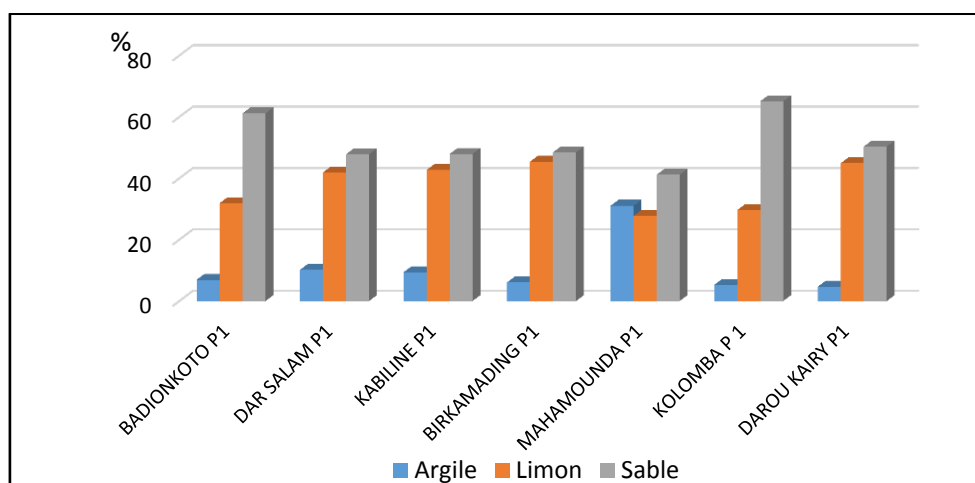


Figure 1 : la figure montre la granulométrie des échantillons prélevés dans les rizières amont des vallées du Bassin versant de Diouloulou.

Il faut souligner que la plupart des échantillons étudiés au niveau de cette toposéquence (rizières amont) sont généralement pauvres en argiles et ont un faciès limono-sableux notamment à Badionkoto P1, Birkamading P1, Darou Khairy P1 et à Kolomba P1. Par contre, à Dar Salam P1 et à Kabiline P1, nous avons un faciès limoneux et un faciès limono-argileux à Mahamouda P1.

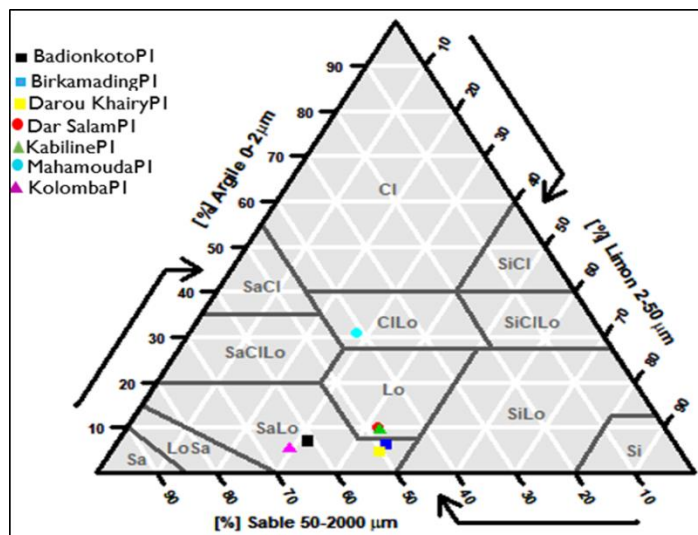


Figure 2 : la figure montre le diagramme triangulaire des classes texturales des sols des rizières amont des vallées du Bassin versant de Diouloulou selon la classification de piper.

3.1.2. La texture des sols des rizières aval

La granulométrie des sols des rizières aval montre globalement une prédominance de la fraction sableuse. Elle indique des zones où la fraction sableuse dépasse 50% comme à Badionkoto P2 (74,5%), Dar Salam P2 (52,62%), Birkamading P2 (67,5%), et Darou Khairy P2 (56,6%), tandis qu'à Mahamouda P2 ce sont les limons qui dominent avec 60,4% et les argiles à Kolomba P2 (44,1%). Il faut noter que l'essentiel des échantillons traités indique un faible taux d'argile.

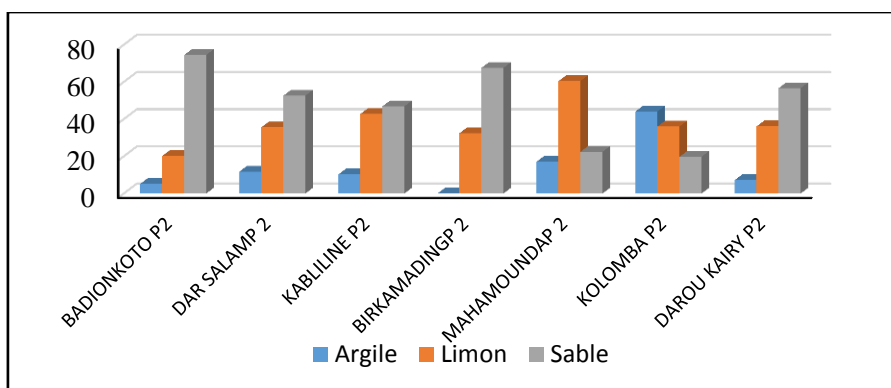


Figure 3 : la figure montre la granulométrie des échantillons prélevés dans les rizières aval des vallées du Bassin versant de Diouloulou.

Les résultats indiquent qu'à ce niveau de la toposéquence les rizières présentent plusieurs faciès granulométriques. Il s'agit d'un faciès limono-sableux d'une part, que l'on retrouve à Badionkoto P2, Birkamading P2, Darou Khairy P2, Dar Salam P2, et d'autre part, d'un faciès limoneux, limoneux fin, et argileux pour respectivement Kabiline P2, Mahamouda P2 et Kolomba P2 (figure 4).

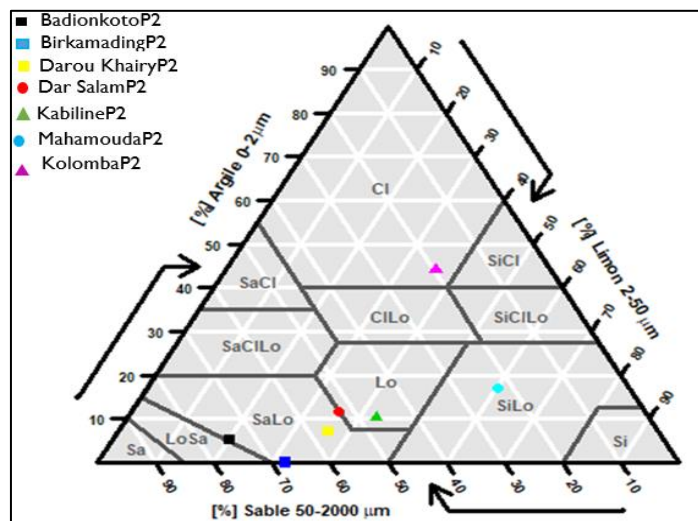


Figure 4: la figure montre le diagramme triangulaire des classes texturales des sols des rizières aval des vallées du Bassin versant de Diouloulou selon la classification de piper.

3.2. Le faciès chimique des sols du Bassin versant de Diouloulou

3.2.1. Classification des échantillons de sédiments selon Piper Les rizières amont

La représentation des résultats de l'analyse chimique des sédiments des rizières amont sur le diagramme de Piper montre que : les sols sont dominés par un faciès chloruré sodique et potassique avec une migration vers le faciès hyper chloruré sodique. Le sulfate chloruré est l'anion dominant (100%). Il n'y a cependant pas un cation dominant, mais plutôt des cations dominants, en l'occurrence le sodium et le potassium (figure 5).

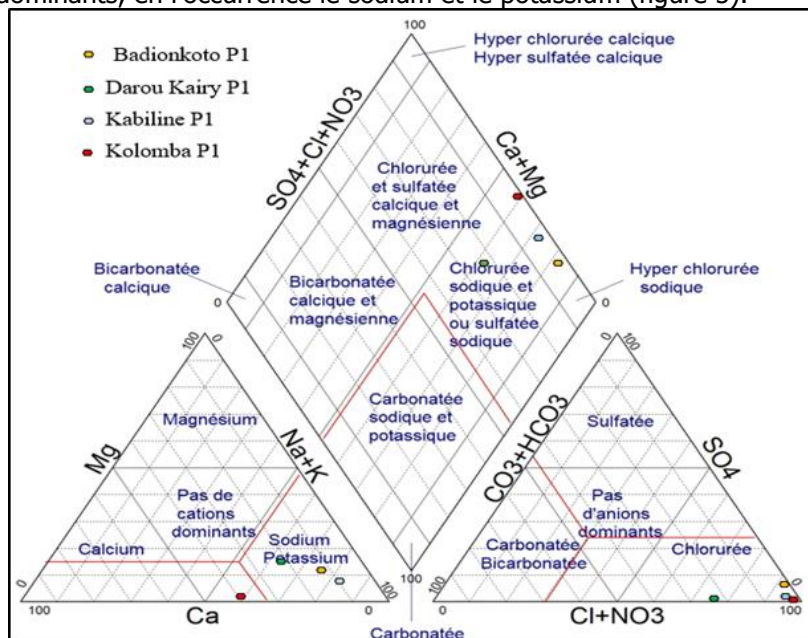


Figure 5 : la figure montre les caractéristiques physico-chimiques des sédiments des rizières amont des vallées du Bassin versant de Diouloulou sur le diagramme de piper.

Les rizières aval

La représentation des résultats de l'analyse chimique des sédiments des rizières aval sur le diagramme de Piper (figure 5) montre que les sols analysés sont caractérisés par un faciès chloruré sodique et potassique sulfaté sodique avec une légère tendance de migration vers le faciès hyper chloruré sodique (Birkamading P2 et Kabiline P2). Les cations sont essentiellement composés de sodium et de potassium, mais il n'y a pas de cation dominant ni d'anion dominant sur l'ensemble des échantillons analysés (figure 6).

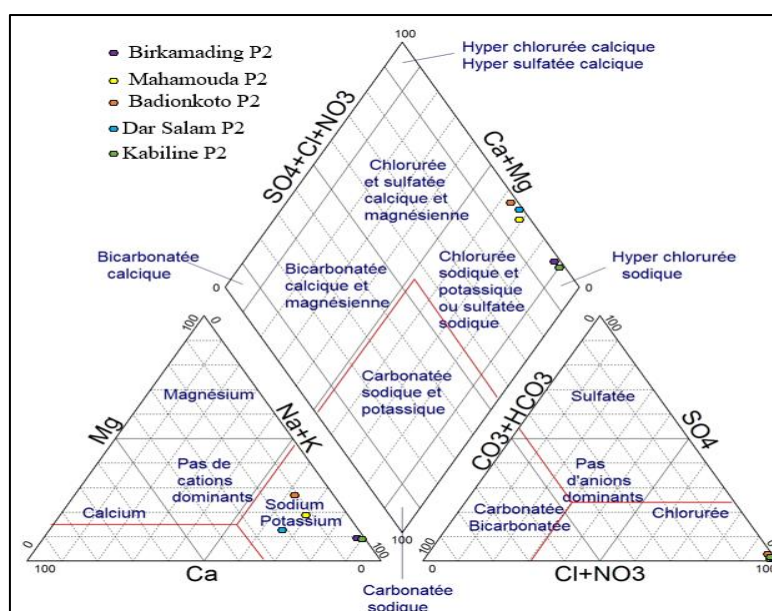


Figure 6 : la figure montre les caractéristiques physico-chimiques des sédiments des rizières aval des vallées du Bassin versant de Diouloulou sur le diagramme de piper.

3.2.2. La fertilité des sols dans le Bassin versant de Diouloulou

Le tableau 1 présente les résultats de l'analyse des sols des rizières amont du Bassin versant de Diouloulou. Les analyses chimiques montrent qu'à Badiokoto P1 le sol est très acide (pH, 4), pauvre en carbone (C), en matière organique (MO), en phosphore (P), en potassium (K) et présente un rapport carbone/Azote (C/N) très faible.

À Dar Salam P1, nous sommes en présence de sols très acides (pH, 4,2), mais très riches en C (7,41%), en MO, en N et très pauvres en K. Dans ces rizières, le phosphore est moyennement élevé et le rapport C/N est satisfaisant. À Kabiline P1, nous avons également un sol très acide (pH, 3,8), pauvre en MO, en N et très pauvre en P et en K. Par contre, il est moyennement riche en C et le rapport C/N est satisfaisant. À Birkamading P1, le sol est acide (pH, 4,5), très pauvre en P et en K. Il est également non salé, très riche en C et en N avec un rapport C/N satisfaisant (tableau 1).

À Mohamouda P1 et Kolomba P1, le sol des rizières est acide (pH, 5,2), pauvre en MO, en C, en N, en P et en K. Le rapport C/N est également très faible. Ces sols ont besoin d'amendement organique ou d'engrais pour augmenter leur fertilité. La vallée amont de Darou Khairy (P1) présente un sol moyennement riche en C, pauvre en MO, en N et en P. Mais le rapport C/N est satisfaisant avec une salinité importante et un pH acide (5,1) (tableau 1).

Tableau 1 : le tableau montre les caractéristiques physico-chimiques des sols des rizières amont du Bassin versant de Diouloulou

Localités	pH eau 1/2,5	CE 1/10 µS/Cm	C%	MO %	N %	P (ppm)	C/N	(K) (méq/10g)	Granulométrie		
									Argile %	Limon %	Sable %
Badiokoto P1	4	2160	0,176 (TP)	0,303 (P)	0,029 (P)	1 (TP)	6 (TF)	0,018 (TP)	6,922	31,895	61,183
									Limon - sableux		
Dar Salam P1	4,2	167	7,41 (TR)	12,775 (TR)	0,653 (TR)	5 (M)	11 (S)	0,035 (TP)	10,207	41,944	47,849
									Limonieux		
Kabiline P1	3,8	685	0,839 (M)	1,446 (P)	0,086 (P)	1,3 (TP)	10 (S)	0,036 (TP)	9,388	42,7	47,912
									Limonieux		
Birkamading P1	4,7	242	5,07 (TR)	8,741 (R)	0,451 (TR)	2,2 (TP)	11 (S)	0,014 (TP)	6,089	45,429	48,482
									limono-sableux		
Mahamouda P1	5,3	123	0,351 (P)	0,605 (P)	0,044 (P)	1,8 (TP)	8 (TF)	0,008 (TP)	31,071	27,764	41,165
									argilo limoneux		
Kolomba P1	3,4	963	0,39 (P)	0,672 (P)	0,048 (P)	1,8 (TP)	8 (TF)	0,006 (TP)	5,268	29,631	65,101
									limono-sableux		
Darou Kairy P1	5,1	8340	0,819 (M)	1,412 (P)	0,085 (P)	2,8 (TP)	10 (S)	0,008 (TP)	4,691	44,945	50,364
									limono-sableux		

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

Tableau 2 : le tableau montre les caractéristiques physico-chimiques des sols des rizières aval du Bassin versant de Diouloulou.

Localités	pH eau 1/2,5	CE 1/10 µS/Cm	C %	MO%	N %	P (ppm)	C/N	K (méq/1)	Granulométrie		
									Argile%	Limon%	Sable%
Badiokoto P2	3,6	4700	2,925 R	5,043 R	0,266 (TR)	7 M	11 (S)	0,03 TP	5,23	20,231	74,539
									limono-sableux		
Dar Salam P2	3,2	4450	3,9 R	6,724 R	0,35 (TR)	0,12 TP	11 (S)	0,041 TP	11,76	35,618	52,622
									limono-sableux		
Kabiline P2	6,2	2130	1,17 M	2,017 M	0,115 (M)	1,18 TP	10 (S)	0,059 TP	10,284	42,814	46,902
									Limonieux		
Birkamading P2	3,8	8340	0,936 M	1,614 P	0,095 (M)	1,3 TP	10 (S)	0,057 TP	0	32,433	67,567
									limono-sableux		
Mahamoun P2	3,8	2280	1,716 R	2,958 M	0,162 (R)	0,6 TP	11 (S)	0,072 TP	17,084	60,462	22,454
									limoneux fin		
Kolomba P2	3,5	371	3,218 R	5,547 R	0,291 (TR)	1,4 TP	11 (S)	0,008 TP	44,177	36,068	19,755
									Argileux		
Darou Kairy P2	4,1	108,9	0,878 M	1,513 P	0,09 (P)	1,1 TP	10 (S)	0,031 TP	7,202	36,137	56,661
									limono-sableux		

S= satisfaisant, **TF** = trop faible, **TR**= très riche, **R** = riche, **M** = Moyen, **P**= pauvre, **TP**= très pauvre.

Les résultats d'analyse des sols des rizières aval du bassin montrent que les sols sont globalement plus ou moins riches sauf par endroit où nous observons un sol pauvre en nutriments (tableau 2). C'est ainsi qu'à Badiokoto P2, Dar salam P2 et Kolomba P2, nous avons un sol riche en C, en MO, en N, un rapport C/N satisfaisant, mais très pauvre en potassium. Il faut noter qu'à Badiokoto P2, la teneur en P est moyenne tandis qu'elle est très faible à Dar salam P2 et à Kolomba P2 (tableau 2).

Dans les rizières de Kabiline P2, nous avons un sol moyennement riche, en MO, en C et en N avec un rapport C/N satisfaisant. Par contre, ce sol est pauvre en P et en K. Quant à Mohamouda P2, les résultats d'analyse ont montré que le sol est riche en C, en N et moyennement riche en MO avec un rapport C/N satisfaisant, mais très pauvre en P et en K avec un pH faible (3,4). À l'aval de la vallée de Birkamading (Birkamading P2), le sol limono-sableux est très salé (8340 µS/Cm), acide, moyennement riche en MO, en N et le rapport C/N est satisfaisant. Cependant, ce sol est pauvre en MO, en P et en K (tableau 2).

Enfin, au niveau de Darou Kairy P2, les résultats (tableau 2) révèlent que le sol est acide, mais non salé. Il est moyennement riche en C avec un rapport C/N satisfaisant. Par ailleurs, il est pauvre en MO, en N, en P et en K.

3.2.3. La capacité d'échange cationique (CEC) des sols

Connaître la valeur de la CEC est indispensable pour une bonne interprétation des teneurs en éléments cationiques échangeables (K, Ca, Mg, Na). Le niveau de la CEC oriente également les choix stratégiques en termes de fertilisation potassique et magnésienne (calcul des doses et fréquences d'apports) [18]. Elle représente le «nombre» de sites compensables des complexes organo-minéraux. Plus un sol est riche en argiles et en matière organique, plus sa CEC est importante. Elle décrit la fraction de nutriments en solution dans le sol assimilables par les végétaux (acides faibles tels les ions calcium, les ions magnésium...). La CEC peut aussi exprimer la capacité d'un sol à résister aux variations de pH (pouvoir tampon). Un sol trop acide fixe des ions H⁺ au lieu des autres cations du sol et conduit si l'acidité est très forte à la défloculation des complexes argilo-humiques. La capacité d'échange cationique dépend du pouvoir d'absorption. Ainsi, un sol à faible capacité d'échange cationique retient fermement ses cations sur le complexe absorbant, et les échanges entre ce dernier sont réduits [19]. « En général les sols acides sont considérés comme pauvres. En effet, la fertilité augmente avec l'accroissement de la somme des bases échangeables et avec le taux de saturation du complexe par les bases » [19].

Tableau 3 : montre les éléments d'interprétation de la valeur de la CEC des sols

C.E.C en cmol/kg	1 à 8	8 à 15	15 à 25	25 à 35
	-C.E.C faible	-C.E.C moyenne	-C.E.C élevée	-C.E.C très élevée
	-Sol à dominante sableuse	-Sol à dominante limoneuse	-Sol à dominante limono argileuse	-Sol à dominante argileuse et/ou humifère
	-Échange facile	-Échange assez facile	-Échange peu facile	-Échange difficile

Source : [18]. (<https://tpecv.wordpress.com/2018/02/10/le-complexe-argilo-humique/>)

La CEC des sols des rizières amont des vallées du Bassin versant de Diouloulou est variable selon la localité. Le tableau 4 montre qu'à Badiokoto P1, nous avons enregistré une CEC moyenne (9 ≤ CEC ≤ 12) avec un taux de saturation de 36%, tandis qu'elle est assez élevée à Dar salam P1 et à Kabiline P1 avec des taux de saturation respectifs de 23% et 17%. À Mahamouda P1, la CEC est également élevée (22 meq/100g) mais le taux de saturation reste faible de 4% (Tableau 4). Cependant, une faible CEC est enregistrée à Birkamadig P1, à Kolomba P1 et à Darou Kairy P1 avec des taux de saturation respectifs de 28%, 19 % et 55%. Il faut retenir qu'ici, nous sommes en présence d'un sol acide à très acide. Le taux de saturation du sol est ainsi le "taux de remplissage du filet". Ce dernier peut être vide (sol sablonneux sans argile ni matières organiques permettant de retenir les cations), petit, grand (limon, humus), ou déborder (sol très drainant à faible capacité d'échange cationique et important apport d'intrants) [18].

Tableau 4 : le tableau montre la Capacité d'échange cationique des sols des rizières amont des vallées du Bassin versant de Diouloulou.

LOCALITÉS	pHeau 1/2,5	S meq/100g	CEC meq/100g	T %
Badionkoto P1	4	4,276	12	36
Dar salam P1	4,2	3,37	14,5	23
Kabiline P1	3,8	2,524	15	17
Birkamading P1	4,7	1,801	6,5	28
Mahamounda P1	5,3	0,771	22	4
Kolomba P1	3,4	1,426	7,5	19
Darou kairy P1	5,1	4,368	8	55

CEC: Capacité d'échange cationique

Les résultats d'analyse de la capacité d'échange cationique (CEC) dans les rizières aval des vallées du Bassin versant de Diouloulou varient d'une localité à une autre. Selon le tableau d'éléments d'interprétation de la valeur de la CEC des sols de Lamant (2018) (Tableau 3), nous avons une CEC élevée à Kabiline P2 (17 meq/100g) et à Mohamouda P2 (18 meq/100g). Par contre, elle est moyenne à Badionkoto P2 (9,5 meq/100g), Dar salam P2, Birkamading P2, Kolomba P2 et à Darou khairy P2 (Tableau 5).

Tableau 5 : le tableau montre la CEC des sols des rizières aval des vallées du Bassin versant de Diouloulou.

LOCALITÉS	pHeau 1/2,5	S meq/100g	CEC meq/100g	T %
Badionkoto P2	3,6	7,489	9,5	79
Dar salam P2	3,2	3,143	12	26
Kabiline P2	6,2	5,171	17	30
Birkamading P2	3,8	3,787	10	38
Mahamouda P2	3,8	3,771	18	21
Kolomba P2	3,5	4,993	8,5	59
Darou khairy P2	4,1	2,883	11,5	25

CEC: Capacité d'échange cationique

4. DISCUSSION

4.1. La texture des sols

Pour l'essentiel des échantillons analysés, le taux des grains grossiers diminue d'amont en aval des rizières, c'est-à-dire qu'il diminue des rizières hautes, situées vers le plateau, vers les rizières basses à proximité du réseau de drainage (marigot). Cette distribution spatiale s'explique généralement par la pression exercée au niveau de la végétation des versants qui n'assure plus la protection des rizières. Ceci a entraîné un apport de sable du plateau vers l'unité topographique basse. Nous assistons ainsi à une érosion progressive des terres du plateau avec comme conséquence l'ensablement des rizières en contrebas.

Les sols des rizières situées en amont des vallées s'assèchent souvent très vite, avant l'arrivée à maturité du riz cultivé (photo 1). La vitesse d'absorption et de rétention de l'eau diffère suivant la texture du sol. Ainsi, un sol argileux à une grande capacité de rétention et de conservation d'eau utilisable par les plantes. Les sols limoneux quant à eux ont une capacité d'absorption et d'infiltration d'eau modérée. Ils retiennent une proportion importante d'eau assimilable par les végétaux [19]. Cependant, les sols sableux ont une vitesse d'absorption et d'infiltration élevée et retiennent une faible quantité d'eau.



Photo 1 : La photo montre un assèchement précoce d'une parcelle avant la maturité du riz à Darou khairy (cliché : Sané, 2019).

Par ailleurs, la texture des sols sableux favorise également la remontée capillaire à partir de la nappe salée, en saison sèche, si des mesures de protection ne sont pas prises (paillage du sol, labour post-récolte) [20]. C'est ce qui explique qu'en amont de certaines vallées du Bassin versant de Diouloulou, nous notons par endroit, des sols salés, rendant souvent les parcelles rizicoles incultes.

4.2. Les propriétés chimiques des sols

Les analyses montrent que les sols des vallées du Bassin versant de Diouloulou sont généralement salés avec des valeurs de CE comprises en 108 à 8340 $\mu\text{S}/\text{Cm}$. C'est seulement en amont des vallées de Birkamading, Mohamouda, Dar salam et en aval de celles de Darou Khairy et de Kolomba que les sols ne sont pas salés. Une salinité qui peut être liée à l'intrusion des eaux salées du marigot de Diouloulou et à la remontée capillaire de la nappe salée d'autant

plus que le site se trouve dans une zone à topographie basse. Ainsi, dès le début de la saison sèche, commencent à apparaître des efflorescences salines à la surface du sol (Photo 2).



Photo 2 : la photo montre des efflorescences salines dans une parcelle rizicole abandonnée à Darou khairy (cliché : Sané, 2019).

En plus de la salinité, l'acidité est venue accentuer et amplifier la dégradation des sols des rizières déjà vulnérables. Cette dégradation des sols a rendu certaines parcelles rizicoles incultes. L'analyse de la CEC a, dans ce sens, permis une meilleure appréciation de la fertilité des sols du Bassin versant de Diouloulou.

Ainsi, on peut retenir que l'analyse de la CEC des sols des rizières dans le Bassin versant de Diouloulou montre qu'elle est élevée à Mohamouda (P1 et P2), à Kabiline (P1 et P2) ; moyenne à Badionkotong (P1 et P2), à Dar Salam (P1 et P2), à Birkamading (P2) et à Darou khairy (P2). Par ailleurs, nous avons enregistré une faible CEC à Birkamading (P1), Kolomba (P1) et Darou khairy (P1). On peut retenir que nous sommes en présence d'un sol globalement acide.

Dans un sol non acide, le calcium domine de sorte que l'échange qui a eu lieu entre la solution du sol, qui peut être enrichie par les engrais, et le complexe argilo-humique se fait principalement entre les ions de calcium et les autres ions positifs (Mg^{++} , K^+ , NH_4^+ , Na^+ , etc.). Par contre, dans un sol acide, comme celui du Bassin de versant de Diouloulou, le complexe argilo humique y fixe beaucoup d'ions H^+ et peu d'autres ions (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , NH_4^+ , Na^+ , etc.). L'application de chaux dans un sol acide force le déplacement ou l'échange des ions H^+ pour permettre aux autres ions de se fixer sur le complexe argilo-humique et permettre une importante réserve nutritive du sol [19]. La capacité d'échange d'un sol est saturée quand tous les ions hydrogène ou protons H^+ sont remplacés par des cations tels que Ca^{2+} , Mg^{2+} et K^+ , aussi appelés cations échangeables. Pour neutraliser les ions H^+ , il faut apporter des radicaux OH^- libérés par la chaux ou les carbonates contenus dans les amendements minéraux basiques. La quantité maximum de cations échangeables qu'un sol peut fixer détermine la CEC [1, 19].

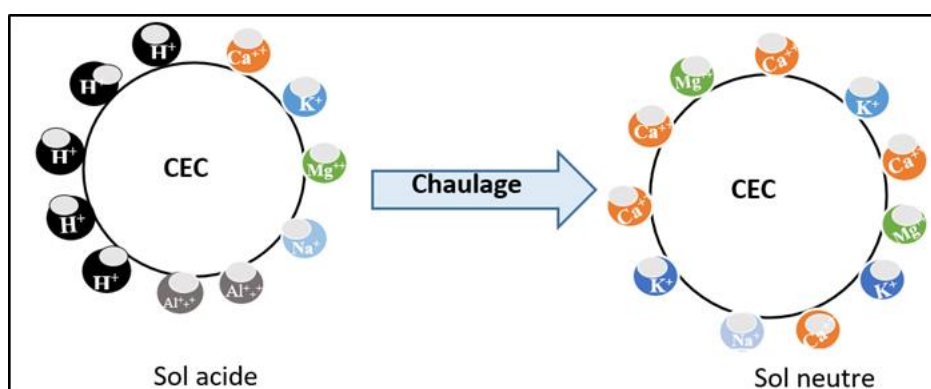


Figure 7 : la figure montre un modèle d'échange cationique (adapté de [19]).

5. CONCLUSION

Au terme de cette étude de caractérisation physico-chimique des sols, nous constatons que le Bassin versant de Diouloulou regorge d'importantes potentialités rizicoles. Les sols sont en général pauvres en argile avec une prédominance de la texture sablo-limoneuse. La salinité et l'acidité de plus en plus présentes constituent cependant une sérieuse contrainte à la mise en valeur des vallées rizicoles du Bassin versant de Diouloulou à l'instar de celles de la Casamance depuis des années de sécheresse, malgré le retour progressif de la pluviométrie [21] et la volonté des paysans de s'activer d'avantage dans l'activité rizicole. Dans toutes les vallées étudiées, l'essentiel des cations déterminés sont composés de sodium et de potassium. Ce qui laisse dire que la salinité de ces sols provient en grande

partie des eaux du marigot (origine marine) d'autant plus que le Bassin versant de Diouloulou se trouve dans l'estuaire de la Casamance, donc proche de l'océan Atlantique. La topographie basse et un réseau hydrographique très dense facilitent les intrusions marines très fréquentes dans la zone. Aussi, les sols étudiés ont dans l'ensemble un niveau de fertilité faible à moyen. Ainsi, ils présentent en majorité en amont comme en aval des vallées rizicoles, une CEC faible à moyenne, excepté à Kabiline et Mohamouda où les sols sont plus ou moins riches en argile.

Cette étude pourrait contribuer à une meilleure connaissance des caractéristiques physico-chimiques des sols des vallées rizicoles du Bassin versant de Diouloulou pour leur mise en valeur durable.

Reconnaissance : Les auteurs expriment leur profonde gratitude à l'égard de toutes les autorités de l'arrondissement de Kataba, particulièrement aux Responsables de l'entente de Diouloulou, aux délégués de quartiers et aux chefs de ménages, pour avoir facilité ce travail de terrain et qui ont fait preuve d'une grande disponibilité.

6. REFERENCES

- Duchaufour P., Faivre P., Poulanard J., et Gury J. Introduction à la science du sol - Sol, végétation, environnement, 2001, 6e édition, dunot: ISBN: 20100483900, 331p.
- Pélessier P. Les paysans du Sénégal. Les civilisations agraires du Cayor à la Casamance, 1966. Saint-Yriex, Imp. Fabrègue, 939 p.
- Montoroi J-P., Dobos, A., Fall, M., & Sall, S: La réhabilitation de la riziculture inondée en Basse Casamance, 1993, ORSTOM Actualités (40), pp. 2-7.
- Montoroi J-P: Les sols et l'agriculture dans le domaine estuarien de Basse Casamance. In Conservation et utilisation durable, des ressources naturelles du bassin hydrographique de la Casamance 1993, (pp. 52-59), G. GREPIN, C. POMERLEAU, J.-Y. PIROT (éditeurs), AJAC-ZG, ISRA, ORSTOM, UICN, Ziguinchor-Dakar, Sénégal, 1993.
- Sané Y. Impacts de la dégradation des rizières par salinisation et ensablement dans la commune de Tenghory : de et ensablement dans la commune de Tenghory : de Tenghory Transgambienne à Diourou, 2016, Mémoire de Master. Université Assane Seck de Ziguinchor ; 102p.
- Drianno.B: La montée de la langue salée en Basse-Casamance et ses conséquences : vers de nouvelles valorisations potentielles des terres ainsi contaminées?, 2016, M2/MSc in Sustainability and Social Innovation, mémoire de master, HEC PARIS.
- MARIUS C. : Mangroves du Sénégal et de la Gambie. Écologie, pédologie, géochimie: mise en valeur et aménagement, 1985, Paris : ORSTOM, coll. Travaux et documents de l'ORSTOM, 358 p
- SY. B. A.: Dégradation des terres rizicoles et baisse des rendements dans la Communauté Rurale de Mlomp (Sénégal), 2009, p. 45-43, 9p, RGLL/07/2009
- Reyniers F., Truong B., Bois J.F., Bonnin E., Thomin G.. 1979. In : Isotopes and radiation in research on soil-plant relationships. Vienne : IAEA, p. 635-647. (Proceedings Series / IAEA). International Symposium on the Use of Isotopes and Radiation in Research on Soil-Plant Relationships, 1978-12-11/1978-12-15, Colombo (Sri Lanka)..
- Koné B., Diatta S., Sylvester O., Gbalou Y., Camara M., Djidji D. D., et Assa A. Estimation de la fertilité potentielle des ferrasols par la couleur. *Canadian journal of soil science*. 2008 :331- 342.
- Touhtouh D., Moujahid Y., El Faleh E.M., EL Halimi R. Caractérisations physicochimiques de trios types de sols du Sais, Maroc. *J. Mater. Environ. Sci.* 2014; 5(5): 1524-1534.
- Rafik F., Saber N., Zaakour F., Mohcine H., Moustarhfer K. et Marrakchi C.: Caractérisation physico-chimique et estimation de la stabilité structurale des sols agricoles de la région Sidi Rahal, Sahel, 2015, (Chaouia Cotiere, Maroc). *European Scientific Journal*. 2015; 11(27): 48-63.
- Durand J.H. Les sols irrigables, Etude pédologiques. Éd. Département de géographie de l'université de Paris – Sorbonne, 389 p, 1983.
- INP: Méthodes d'analyses des sols : manuel pratique, 1992, 29 p,
- FAO-UNESCO, Carte mondiale des sols au 1 :5000 000e, 1975, volume 1, légende, 68 p.
- Riquier, J. Définition et classification des sols ferrallitiques de Madagascar. Cahier, OROSTOM. *Série Pédologie*. 1966;4(4):75-88.
- Ramade F. Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité, 2008, Éd. Dunod, Paris, ISBN 978-2-10-053670- 2, 737 p.
- Doucet R. Le climat et les sols agricoles, 2006 Éd. Berger, Eastman, Québec. Xv, 443 p, 2006.
- Lamant, J. Croissance végétale, Facteurs naturels, 2018. Available on : <https://tpecv.wordpress.com/2018/02/10/le-complexe-argilo-humique/>.
- Fall, A. C. A. L., and Sane, Y. Diagnostic des Contraintes de Mise en Valeur Rizicole des Sols Fluvio-Marins du Marigot de Bignona, Basse Casamance, *Sénégal. European Scientific Journal*. 2020;16(3):359. <https://doi.org/10.19044/esj.2020.v16n3p359>.
- Descroix L., Diongue N. A., Panthou G., Bodian A., Sané, Y., Dacosta H., Malam Abdou M., Vandervaere J-P., and Quantin, G. Evolution récente de la pluviométrie en Afrique de l'Ouest à travers deux régions: la Sénégambie et le bassin du Niger moyen. *Climatologie*. 2015;12 : 25-43.



Cite this article: Yancouba Sané, Aïdara Chérif Amadou Lamine Fall, Aliou Badara Dièye, Boubou Aldiouma SY, et Boubacar Demba BA. CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES SOLS DES VALLÉES RIZICOLES DU BASSIN VERSANT DE DIOULOLOU, BASSE CASAMANCE, SÉNÉGAL. *Am. J. innov. res. appl. sci.* 2021; 13(4): 478-487.

This is an Open Access article distributed in accordance with the Creative Commons Attribution Non Commercial (CC BY-NC 4.0) license, which permits others to distribute, remix, adapt, build upon this work non-commercially, and license their derivative works on different terms, provided the original work is properly cited and the use is non-commercial. See: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>