



Available online at <http://www.ifgdg.org>

Int. J. Biol. Chem. Sci. 16(2): 842-854, April 2022

ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print)

**International Journal  
of Biological and  
Chemical Sciences**

**Original Paper**

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

## **Caractérisation des paramètres physico-chimiques du sol de la zone rizicole de Saga (Niamey) dans la vallée du fleuve Niger**

Seydou TAHIROU<sup>1\*</sup>, Patrice ZERBO<sup>2</sup>, Sadia OUATTARA<sup>2</sup> et Maman Nassirou ADO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Université Aube Nouvelle, Unité de Formation et de Recherche en Sciences et Technologies (UFR/ST), Laboratoire de Recherche et d'Etudes en Management (CREM), 06 B.P. 9283 Ouagadougou 06, Burkina Faso.*

<sup>2</sup>*Université Ouaga I Pr Joseph KI-ZERBO, Unité de Formation et de Recherche en Sciences de la Vie et de la Terre (UFR/SVT), Laboratoire de Biologie et Écologie Végétales (BEV), 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso.*

<sup>3</sup>*Université de Tahoua, (UFR/FSA), Faculté des Sciences Agronomiques, BP 255 Tahoua, Niger.*

\*Auteur correspondant ; E-mail : [seydounoma98@gmail.com](mailto:seydounoma98@gmail.com); Tel. : 00226 55070654

---

Received: 31-12-2021

Accepted: 20-04-2022

Published: 30-04-2022

---

### **RESUME**

La présente étude a pour objectif de contribuer à la connaissance des propriétés physico-chimiques qui caractérisent la couche superficielle du sol dans la zone rizicole de Saga. La méthodologie adoptée pour conduire l'étude a combiné les enquêtes de terrain pour effectuer un échantillonnage et les travaux au laboratoire. Des échantillons de sol ont été prélevés à l'horizon [0-20] cm et [20-40] cm à l'aide d'une tarière. Préparé à partir de 105 échantillons de sol prélevés à raison de 15 échantillons par GMP, deux échantillons composites de GMP sont générés par profondeur. Un total de 14 échantillons emballés et étiquetés analysés en laboratoire. Les résultats d'analyse montrent une caractéristique pédologique de texture argilo-sableux, argile limono-sableuse, argilo-limoneuse. D'autre part, ces sols présentent également un déséquilibre entre une faible capacité de rétention des éléments nutritifs (faible CEC) et des effets échangeables. De plus, la capacité d'échange de cations indique une limite avec une faible capacité de rétention des nutriments car l'importance de la CEC diminue à mesure que la teneur en matière organique du sol augmente. Au terme de cette étude, on peut conclure que le sol environnant est propice à la culture du riz avec une fertilité considérable.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

**Mots clés :** Riziculture irriguée, sol, propriétés physico-chimiques, fertilisation, productivité, Niamey.

### **Characterization of the physico-chemical parameters of the soil the rice growing area of Saga (Niamey) in the Niger River valley**

#### **ABSTRACT**

The objective of this study is to contribute to the knowledge of the physico-chemical properties that characterize the surface layer of the soil in the rice-growing area of Saga. The methodology adopted to conduct

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v16i2.26>

9041-IJBCS

the study combined field surveys for sampling and laboratory work. Soil samples were collected from the [0-20] cm and [20-40] cm horizons using an auger. Prepared from 105 soil samples collected at a rate of 15 samples per GMP, two composite GMP samples are generated per depth. A total of 14 packaged and labeled samples analyzed in the laboratory. The results of the analysis show a soil characteristic of sandy-clay, sandy-clay, silt-clay texture. On the other hand, these soils also present an imbalance between a low retention capacity of nutrients (low CEC) and exchangeable effects. In addition, the cation exchange capacity indicates a limit with low nutrient holding capacity because the importance of CEC decreases as the organic matter content of the soil increases. At the end of this study, it can be concluded that the surrounding soil is suitable for rice cultivation with considerable fertility.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

**Keywords:** Irrigated rice, soil, physicochemical properties, fertilization, productivity, Niamey.

---

## INTRODUCTION

Le secteur agricole, qui demeure la clé de voûte du développement économique et social, n'est pas resté en marge de l'entrée des économies africaines dans le nouveau millénaire (Mohammed et al., 2017 ; Sanouna et al., 2020). Dans la plupart des pays africains, l'agriculture joue un rôle important dans l'amélioration des conditions de vie de la population. Il s'agit d'une activité productrice de richesse qui emploie la majeure partie de la population (Soumana et Ali, 2017). Certains auteurs soutiennent que le développement agricole a un impact positif sur les conditions de vie des ménages urbains et ruraux (Hall, 2018). En Afrique de l'Ouest, la pratique agricole a également évolué sans pratiques visant à maximiser la production, mais a minimisé le risque éco-climatique (Manzelli et al., 2015). Ainsi donc, la gestion des sols occupe le centre des débats sur la durabilité des systèmes de production agricole (Akpo et al., 2016). Le sol une ressource importante pour répondre à ce besoin d'amélioration de la production agricole (Chevallier et al., 2020), est exposé à des pressions anthropiques aussi fortes et à des conditions climatiques de plus en plus défavorables est susceptible de provoquer une dégradation des sols à la manière des pratiques actuelles (Kohio et al., 2017). Cette situation de dénouement fragilise les systèmes de production et rend incertaine

l'activité agricole (Oumarou et al., 2016) avec une limitation des superficies cultivées à 64% des terres arables. Au Niger, comme dans toute l'Afrique on assiste à une augmentation de la production agricole, à une accélération de l'épuisement des sols et à la disparition des jachères (Ado, 2017). La production nationale de riz est estimée à 132 030 tonnes, dont environ 65 860 tonnes sont produites à l'extrémité irriguée de la vallée du Niger (Sido et al., 2015). La performance du secteur agricole reste insuffisante compte tenu de la baisse des rendements due à la baisse progressive de la fertilité, à la mise en culture des terres marginales, à l'absence de jachère et au déficit du bilan hydrique (Abdoul Habou et al. 2016). C'est ainsi que la question de la gestion des sols est au cœur du débat sur la durabilité des systèmes de production agricole (Akpo et al., 2016). Cependant, force et de constater que les périmètres rizicoles irrigués au Niger subissent des changements au fil des années réduisant, ainsi, les rendements espérés de cette riziculture moderne (Mossi et al., 2017). La question que soulève cette étude est de savoir qu'est ce qui influence l'accélération de l'appauvrissement des sols irrigués ? Il paraît alors important de connaître la gestion des terres agricoles basée sur les connaissances scientifiques et les savoirs des producteurs est indispensable pour assurer une production agricole durable. La présente étude

a pour objectif de contribuer à la connaissance des propriétés physico-chimiques qui caractérisent la couche superficielle du sol dans la zone rizicole de Saga.

## MATERIEL ET METHODES

### Emplacement de l'échantillon de sol

La présente étude a été menée autour de la zone d'irrigation de Saga situé entre (13°27'39,9''N, 002°08'44,1''E) dans la commune IV de la ville de Niamey au Niger (Figure 1). L'emplacement est sous l'influence du climat sahélo-soudanien, alternant entre deux saisons différentes : la saison sèche d'octobre à mai et la saison des pluies de juin à septembre avec une température moyenne de 28 à 42°. Étendre C (Ozer, 2017). Le sol est un sédiment alluvial de la vallée du Niger, riche en matière organique et de texture argileuse. Du fait de sa faible perméabilité, il est particulièrement adapté à la riziculture irriguée, notamment du fait de sa perte de perméabilité très limitée (Issiaka et al., 2018).

Le périmètre irrigué de Saga a été aménagé pour la riziculture intensive sur une superficie nominale de 431 hectares depuis 1987, dont 381 hectares sont dominés par le réseau d'irrigation et 49 hectares sont utilisés pour la culture maraîchère. La culture du riz est pratiquée sur 0,25, 0,50 et 0,75 hectare selon le calendrier de plantation. Il y a deux campagnes par an selon le calendrier cultural. La première campagne de saison sèche (SS) s'étend de novembre à mai et la campagne d'hiver (SH) s'étend de juin à décembre. La Figure 1 montre le développement de l'hydro-agriculture à Saga et sa distribution au Groupement Mutualiste de Production (GMP).

## Méthodes

### Stratégie d'échantillonnage du sol

Des échantillons de sol ont été prélevés en juillet 2021 à l'aide de la méthode d'échantillonnage au zigzag. Des échantillons de sol ont été prélevés à l'horizon [0-20] cm et [20-40] cm à l'aide d'une tarière. Cette sélection de l'horizon du sol a pris en compte la profondeur du développement des racines du riz et leur apport en chaleur, en eau et en nutriments. Par conséquent, 35 parcelles (0,5 ha) ont été sélectionnées sur la base de 5 parcelles par GMP. Trois échantillons de sol prélevés sur chaque parcelle selon des intervalles de profondeur [0-20] cm et [20-40] cm, soit 15 échantillons par GMP qui sont ensuite mélangés pour donner un échantillon composite de 1 kg par profondeur. Ce qui donne un échantillon composite de 1 kg par profondeur. Au total, 105 échantillons de sols ont été prélevés, à raison de 15 échantillons par GMP donnant ainsi 2 échantillons composites pour GMP par profondeur soit 14 échantillons ensachés et étiquetés au total.

### Analyse des échantillons au laboratoire

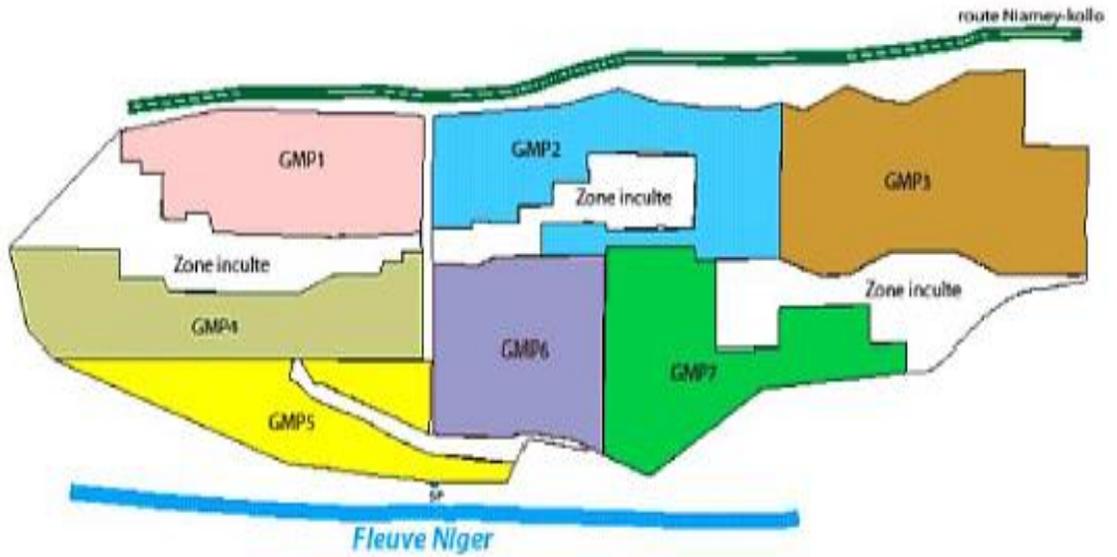
L'analyse a été réalisée selon la méthode en vigueur au Laboratoire des sols (Tableau 1) de l'Institut National de la Recherche Agronomique du Niger (INRAN).

### Normes d'évaluation de la qualité des sols

L'interprétation des résultats d'analyse de sol est basée sur les critères présentés dans le Tableau 2.

### Evaluation des niveaux de fertilité des sols

La fertilité du sol étudié a été appréciée suivant les critères d'évaluation des classes de fertilité rapportée par Amonmide et al. (2019) présenté dans le Tableau 3.



**Figure 1 :** Schéma de l'aménagement Hydro-Agricole de Saga et sa répartition en GMP.  
 Source : (Mossi, 2005).

**Tableau 1 :** Analyse des échantillons au laboratoire.

Paramètres	Méthodes d'analyses
<b>Analyses Granulométriques</b>	
Préparation des échantillons	Tran Vin An
Détermination de la texture	Pipette Robinson
<b>Analyses Physico-chimiques</b>	
pH-eau	pH-mètre avec (1/2,5) comme ratio sol-eau
Carbone	Walkley et Black
Phosphore Assimilable	Bray et Kurtz, 1945
Capacité d'Echange Cationique (CEC)	Méthode de Kjeldahl
Matière Organique	Walkley et Black
Azote	Kjeldahl Hhillebrand,
Cations échangeables (Ca, Mg Na et K)	Spectrophotométrie à Absorption Atomique et l'aluminium échangeable
Taux de Saturation (V%)	$V(\%) = \frac{Ca^{++} + K^+ + Mg^{++} + Na^+ (\text{en cmol}^+/Kg) \times 100}{C.E.C(\text{en cmol}^+/Kg)}$

**Tableau 2** : Normes d'évaluation de la qualité des sols.

Valeurs seuil de référence (Doucet, 2006) suivant l'approche de Ballot et al. (2016)											
Paramètres	M	C	N	C/N	Pass	Ca	Mg	K	Na	CEC	V
Valeur de seuil	3,6- 6,5	1,6- 2,5	1,2- 2,2	11-15	3-8	5-8	1,5- 3,0	0,15- 0,25	0,3- 0,7	10 ≤ CEC ≤ 20	60 ≤ TS < 90

**Texture**

Triangle de texture de l'USDA (Buol et al., 2011) rapporté par Ballot et al. (2016)

**Légende** : CEC : capacité d'échange cationique ; Mg<sup>++</sup> : Magnésium ; A.E : Acidité d'échange MO : matière organique ; C : Carbone ; K<sup>+</sup> : Potassium ; Na<sup>+</sup> : Sodium CA<sup>++</sup> : Calcium ; Pass : Phosphore assimilable ; N : Azote ; MO : matière organique ; C : Carbone ; C/N : Rapport Carbone Azote.

**Tableau 3** : Critères d'évaluation des classes de fertilité des sols.

Caractéristique	Niveau de fertilité				
	Très élevé	Elevé	Moyen	Bas	Très bas
	Degré 0	Degré 1	Degré 2	Degré 3	Degré 4
MO (%)	> 2	2-1,5	1,5-1	1-0,5	< 0,5
N (%)	> 0,08	0,08-0,06	0,06-0,045	0,045-0,03	< 0,03
Pass (cmol+/kg)	> 20	20-15	15-10	10-5	< 5
K+ (cmol+/kg)	> 0,4	0,4-0,3	0,3-0,2	0,2-0,1	< 0,1
Somme des cations (cmol+/kg)	> 10	10-7,5	7,5-5	5-2	5-2
V (%)	> 60	60-50	50-30	30-15	< 15
CEC (cmol+/kg)	> 25	25-15	15-10	10-5	< 5
pH	5,5-6,5 6,5-8,2	5,5-6,0 6,5-7,8	5,5-5,3 7,8-8,3	5,3-5,2 8,3-8,5	< 5,2 > 8,5

**Légende** : CEC : capacité d'échange cationique ; MO : matière organique ; K<sup>+</sup> : Potassium ; Pass : Phosphore assimilable ; N : Azote ; MO : matière organique.

**RESULTATS****Composition granulométrique du sol sur le périmètre**

Le Tableau 4 présente la teneur des différentes fractions granulométriques et la texture des sols. L'analyse texturale (Tableau 4) fait ressortir, de manière globale, une prédominance des sols argilo-sableux dans les GMP 1, 2, 3 et 6 ; avec un taux de limon faible dans les GMP 1, 2, 3, 6 et 7 et mal réparti, bien au-dessus du sable grossier. La teneur en sable est raisonnablement la même pour les différentes GMP, avec des valeurs proches de 50%. Le rapport de la concentration de sable fin affecte grandement la concentration d'argile. Ces observations confirment l'interaction des types de sol de texture argilo-sableux, argile-limono-sableuse,

argilo-limoneuse selon la classification de la texture du triangle de texture de l'USDA.

**Composition chimique des sols****Éléments fertilisant des sols**

Les Tableaux 5 et 6 présentent les teneurs en carbone, matière organique, azote, phosphore assimilé et matière organique obtenues. Les résultats montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre les niveaux de nutriments du sol. Les analyses des tableaux 5 et 6 montrent que la teneur en C de l'horizon 0-20 cm varie de 0,49 (g.kg-1) à 1,21 (g.kg-1) et est presque le double de la portion 20-40 cm de toutes les zones. La concentration en MO du sol suit la même logique de fluctuation que C. L'horizon 20-40 cm est généralement pauvre en MO, sauf pour la zone 7 qui est à 1,04% de teneur. En revanche, les couches de

sol de 0-20 cm sont généralement modérément riches en MO, avec des teneurs de 0,83% et 2,08%, respectivement. Les analyses des tableaux 5 et 6 montrent que les sept zones ont toutes une teneur en N dans la fourchette (0,024-0,126%). Elles sont considérées pauvres en azote, quels que soient les niveaux de topo séquence. La plage de rapport C / N est de 3 à 12. Il apparaît ici que la proportion de tous les sols étudiés est inférieure à 9 et même inférieure à 12. Ceci indique que la minéralisation de la matière organique progresse.

#### ***Variabilité de la teneur en cations échangeables et capacité d'échange cationique***

Les résultats des niveaux de cations échangeables dans le sol enregistrés dans le tableau 7 et 8. A la lecture des tableaux 7 et 8, on constate que le sol analysé à l'horizon 0-20 cm est très pauvre en phosphore. La teneur en phosphore la plus élevée est estimée à 6,20 ppm. Une différence significative dans les variations moyennes des teneurs en Na et K entre 7 Groupements Mutualistes de Production (GMP). Cependant, la variabilité de la teneur moyenne en Ca, Mg et CEC n'est pas importante. Le sol de la couche 0-20 cm a la teneur moyenne en Ca la plus faible (2,60 meq/100 g). Dans l'ensemble, toutes les régions GMP étudiées ont des niveaux de Ca supérieurs à 0,2 meq / 100 g.

Une teneur très élevée en élément Mg ( $[Mg] > 0,5$  meq/100 g) est remarquée dans la section 20-40 cm dans l'ensemble des zones. L'analyse de la teneur en sodium montre que la teneur en Na est répartie presque uniformément le long du gradient de la séquence topo. Dans l'ensemble, les sols des horizons 0-20 et 20-40 cm montrent une réponse relativement probable à l'engrais potassique ( $[K] < 0,5$  meq / 100 g). La teneur en K est de 0,05 meq/100 g et 0,154 meq/100 g, respectivement. Des échantillons de sol ont été étudiés et ils se situaient tous dans une variation de 99% des taux de saturation par rapport à la norme, allant de 40 à 60%. Par rapport aux charges négatives disponibles sur

les complexes argilo-humiques, la plupart des sols sont bien saturés en cations échangeables. Le classement pour un sol désaturé à 1%, respectivement 96%, 97% et 99%, est modérément saturé, bon et très bon en cations échangeables.

#### **Propriétés acido-basiques et salinité des sols**

Le pH et la conductivité électrique (CE) des sols analysés présentent de légères variabilités suivant le topo séquence. L'analyse du Tableau 10 montre que le sol étudié a un pH potentiellement acide. En termes de topo séquence, la profondeur de 20-40 a un pH relativement bas à un pH de [5,9 – 6,3], par rapport à une profondeur de 20 - 40 avec un pH de [5,1- 6,7], qui est considérée comme potentiellement acide. La conductivité électrique du sol étudié est très faible. En moyenne, 0,02 à 0,07 (ms/cm) dans la couche de 0 - 20 cm de profondeur et 0,02 à 0,06 dans l'horizon de 20 - 40 cm, indiquant que la teneur élevée en sel reflète ces emplacements.

#### **Identification des paramètres et Niveau de fertilité des sols**

La fertilité du sol étudié a été définie à l'aide de la classe de fertilité chimique (Tableau 11). Pour définir le niveau de fécondité, la moyenne des mesures a été prise en compte dans l'identification du Tableau 3. D'après les résultats d'analyse du Tableaux 11 et 12, les paramètres de fertilité sont largement bas à très bas avec un accent particulier pour le phosphore. Les sols environnants présentent les limitations chimiques du sol suivantes : réactions acides du sol, faibles niveaux de matière organique dans des zones spécifiques et azote. Dans la bonne gestion de ces sols, l'augmentation du pourcentage en matière organique paraît être une solution incontournable à la plupart de ces problèmes. En effet, la matière organique permet d'augmenter la CEC et de diminuer le point de charge de libérer l'azote et le phosphore par minéralisation mais aussi de bloquer les sites.

**Tableau 4 :** Composition granulométrique des sols sur le périmètre irrigué de Saga.

Granulométrie						
Echantillon	Profondeur (cm)	A (%)	L (%)	SF (%)	SG (%)	Texture
GMP 1	0-20	21.40	3.47	53.10	22.03	As
	20-40	25.17	5.73	45.34	23.76	As
GMP 2	0-20	29.31	5.23	40.50	24.96	As
	20-40	25.13	3.14	44.60	27.13	As
GMP 3	0-20	24.95	3.38	50.46	21.21	As
	20-40	25.05	6.67	42.89	25.39	As
GMP 4	0-20	38.86	20.36	38.69	2.09	Als
	20-40	48.36	21.38	29.85	0.41	Al
GMP 5	0-20	41.28	32.19	25.22	1.31	ALs
	20-40	48.39	26.52	24.02	1.07	Al
GMP 6	0-20	41.23	14.99	36.32	7.46	As
	20-40	44.18	15.57	35.14	5.11	As
GMP 7	0-20	52.04	23.02	23.00	1.94	A
	20-40	57.77	13.17	28.50	0.56	A

Légende : As : argilo-sableux ; Als : argile limono-sableuse ; A : argileux ; Al : argile limoneuse.

**Tableau 5 :** Échantillons de sol prélevés à l'horizon 0-20 cm.

	GMP 1	GMP 2	GMP 3	GMP 4	GMP 5	GMP 6	GMP 7
Paramètre	0-20	0-20	0-20	0-20	0-20	0-20	0-20
M.org. (%)	0.85	1.75	0.83	1.62	1.79	1.72	2.08
Carb (g.kg-1)	0.49	1.02	0.48	0.94	1.04	1.00	1.21
N (g.kg-1)	0.059	0.084	0.062	0.101	0.126	0.123	0.105
C/N	8	12	8	9	8	8	12

Légende : N = Azote ; MO = matière organique ; C = Carbone ; C/N : Rapport Carbone Azote.

**Tableau 6 :** Échantillons de sol prélevés à l'horizon 20-40 cm

	GMP 1	GMP 2	GMP 3	GMP 4	GMP 5	GMP 6	GMP 7
Paramètre	20-40	20-40	20-40	20-40	20-40	20-40	20-40
M.org. (%)	0.30	0.41	0.38	0.53	0.40	0.56	1.04
Carb (g.kg-1)	0.17	0.24	0.22	0.31	0.23	0.32	0.60
N (g.kg-1)	0.024	0.049	0.038	0.060	0.057	0.097	0.074
C/N	7	5	6	5	4	3	8

Légende : N = Azote ; MO = matière organique ; C = Carbone ; C/N : Rapport Carbone Azote.

**Tableau 7 :** Variabilité des cations échangeables et capacité d'échange cationique 0-20 cm.

Cations échangeables et capacité d'échange cationique								
Echan	Prof (cm)	CA <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CEC	AE	Pass (A)
GMP 1	0-20	3.50	0.160	0.357	0.05	4.08	0.010	2.81
GMP 2	0-20	4.15	1.008	0.357	0.072	5.62	0.037	7.99
GMP 3	0-20	2.60	1.082	0.409	0.087	4.18	-	6.62

GMP 4	0-20	4.40	1.230	0.348	0.113	6.28	0.186	3.57
GMP 5	0-20	3.50	1.451	0.374	0.108	5.62	0.186	3.15
GMP 6	0-20	4.00	1.352	0.591	0.133	6.27	0.195	4.73
GMP 7	0-20	4.25	2.386	0.870	0.154	7.66	-	1.79

**Légende :** CEC : capacité d'échange cationique ;  $Mg^{++}$  : Magnésium ; A.E : Acidité d'échange MO = matière organique ; C = Carbone ;  $K^+$  : Potassium ;  $Na^+$  : Sodium  $CA^{++}$  : Calcium ; Pass : Phosphore assimilable.

**Tableau 8 :** Variabilité des cations échangeables et capacité d'échange cationique 20-40 cm.

Cations échangeables et capacité d'échange cationique								
Echan	Prof (cm)	$CA^{++}$	$Mg^{++}$	$Na^+$	$K^+$	CEC	AE	Pass (A)
GMP 1	20-40	4.55	1.336	0.809	0.067	6.76	-	4.73
GMP 2	20-40	3.20	0.861	0.287	0.056	4.43	0.028	3.99
GMP 3	20-40	3.65	1.385	0.696	0.082	5.81	-	6.20
GMP 4	20-40	4.85	1.976	0.426	0.103	7.37	0.010	3.99
GMP 5	20-40	5.45	2.123	0.835	0.113	8.52	-	3.26
GMP 6	20-40	4.45	2.426	0.739	0.108	7.72	-	3.73
GMP 7	20-40	5.10	2.361	0.003	0.108	7.76	0.186	1.58

**Légende :** CEC : capacité d'échange cationique ;  $Mg^{++}$  : Magnésium ; A.E : Acidité d'échange MO = matière organique ; C = Carbone ;  $K^+$  : Potassium ;  $Na^+$  : Sodium  $CA^{++}$  : Calcium ; Pass : Phosphore assimilable.

**Tableau 9 :** Taux de saturation des cations

	Prof	GMP 1	GMP 2	GMP 3	GMP 4	GMP 5	GMP 6	GMP 7
(V%)	0-20	99	99	1	96	96	96	1
	20-40	1	99	1	99	1	1	97

(V%) : Taux de saturation ; GMP : Groupement Mutualiste de Production.

**Tableau 10 :** Variabilité du pH et de la CE des sols.

Echan	Prof (cm)	pHeau 1/ 2,5	C.E (m <sup>s</sup> /cm)
GMP 1	0-20	5.18	0.04
	20-40	6.27	0.05
GMP 2	0-20	5.49	0.03
	20-40	5.97	0.02
GMP 3	0-20	6.30	0.02
	20-40	6.39	0.04
GMP 4	0-20	5.74	0.02
	20-40	5.78	0.02
GMP 5	0-20	5.31	0.03
	20-40	6.35	0.03
GMP 6	0-20	5.38	0.04
	20-40	5.82	0.04
GMP 7	0-20	5.56	0.07
	20-40	5.85	0.06

**Légende :** PH : Potentiel hydrogène ; C.E : Conductivité Electrique ; GMP : Groupement Mutualiste de Production.

**Tableau 11** : Identification des paramètres de niveau.

Caractéristiques	GMP1	GMP2	GMP 3	GMP4	GMP5	GMP6	GMP7
MO (%)	0,85	1,75	0,83	1,62	1,79	1,72	2,08
N (%)	0,059	0,084	0,062	0,101	0,126	0,123	0,105
Pass (cmol+/kg)	4,73	7,99	6,62	3,99	3,26	4,73	1,79
K+ (cmol+/kg)	0,067	0,072	0,087	0,113	0,113	0,113	0,154
SCE (cmol+/kg)	4,068	4,404	4,178	6,091	5,433	6,076	7,66
V (%)	60	78	71	82	63	78	7,572
CEC (cmol+/kg)	6,76	5,62	5,81	7,37	8,52	7,72	7,76
pH	6,27	5,97	6,39	5,78	6,35	5,82	5,85

MO = matière organique ; N = Azote ; K<sup>+</sup> : Potassium ; SCE : Somme des cations échangeables ; V : Taux de saturation ; Ph : Potentiel Hydrogène ; Pass : Phosphore assimilable ; CEC : capacité d'échange cationique.

**Tableau 12** : Niveau de fertilité des sols étudiés.

Caractéristiques	GMP1	GMP2	GMP 3	GMP4	GMP5	GMP6	GMP7
MO (%)	Bas	Elevé	Bas	Élevé	Élevé	Élevé	Très élevé
N (%)	Moyen	Elevé	Moyen	Très Élevé	Très Élevé	Très élevé	Très élevé
P ass (cmol+/kg)	Bas	Bas	Bas	Très bas	Très bas	Très bas	Très bas
K+ (cmol+/kg)	Très bas	Très bas	Très bas	Bas	Bas	Bas	Bas
SCE (cmol+/kg)	Bas	Bas	Bas	Bas	Bas	Bas	Bas
V (%)	Elevé	Très élevé					
CEC (cmol+/kg)	Bas	Bas	Bas	Bas	Bas	Bas	Bas
pH	Elevé	Elevé	Elevé	Elevé	Elevé	Elevé	Elevé

MO = matière organique ; N = Azote ; K<sup>+</sup> : Potassium ; SCE : Somme des cations échangeables ; V : Taux de saturation ; Ph : Potentiel Hydrogène ; Pass : Phosphore assimilable ; CEC : capacité d'échange cationique.

## DISCUSSION

### Caractères texturaux et granulométriques des sols

La composante argileuse est prédominante au taux du sable et du limon dans toutes les zones. L'analyse granulométrique du sol étudiée montrent l'interaction du sol avec l'argile sableuse, l'argile limono-sableuse et l'argile limoneuse. La granulométrie de cette analyse est une texture équilibrée pour l'irrigation avec une rétention d'eau et une perméabilité modérée. Cette classe de texture a été confirmée par Dasylyva et al. (2017), montrant que les trois

fractions granulométriques leur confèrent un excellent potentiel agricole de par leurs propriétés physiques relativement équilibrées, notamment pour la riziculture. Pour Kekane et al. (2015), il a un enracinement harmonieux, une texture bien aérée, une rétention d'eau modérée et une perméabilité qui lui permet d'être facile à manipuler.

### Teneur en éléments fertilisant des sols

Le sol, un élément qui ajuste les conditions fixation du complexe d'adsorption des éléments minéraux. Les résultats ont permis d'enregistrer l'abondance relative des

concentrations de matière organique (MO), qui variaient de 0,30 à 2,08%, selon la même logique de variabilité que le carbone. Par contre l'azote et le carbone sont estimés pauvres dans toute la zone d'étude. Cela soutient l'hypothèse que ces nutriments sont absorbés par de petites quantités d'agents réducteurs biologiques dans la culture ou le milieu. Le même résultat a été rapporté par Saïdou et al. (2012) et Batamoussi et al. (2014), montrent que la faible teneur en azote est le facteur limitant le rendement le plus important pour les céréales. De plus, Pellerin et al. (2019) ont montré que les contraintes qui entravent la réalisation d'un tel potentiel de stockage du carbone dans les sols ne sont pas seulement biophysiques, mais aussi techniques et socio-économiques. La même observation a été faite par Mattieu et al. (2020), ont approuvé qu'une légère réduction de la teneur en carbone ou en matière organique du sol puisse avoir un effet négatif important sur des propriétés telles que la capacité de rétention d'eau et la teneur en éléments nutritifs. D'autre part, l'augmentation de l'accumulation de C organique dans le sol peut contre carrer l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre (Bradford et al., 2016), mais serait également bénéfique pour la fertilité des sols, à condition que la MO stockée soit une matière organique évoluée riche en nutriments. Cette étude a également montré que le rapport C/N variable variait de 3 à 12% avec une forte minéralisation organique. Ces pourcentages sont comparables à ceux rapportés par Nijimbere et al. (2020), ans un sol cultivé, un rapport C/N  $\leq 9$  indique un bon humus et une valeur  $\geq 12$  indique que la matière organique est difficile à minéraliser.

#### **Variabilité de la teneur en cations échangeables et de la capacité d'échange de cations**

Les résultats du niveau de cations échangeables dans le sol enregistrés dans les Tableaux 7 et 8 indiquent de faibles niveaux de P assimilé dans les échantillons de sol étudiés. Ces résultats peuvent s'expliquer par

le fait que les sols étudiés ont une assez bonne teneur en matière organique. Les mêmes résultats ont été rapportés par Ballot et al. (2016), soulignent l'importance de la matière organique pour la disponibilité du phosphore assimilé et du potassium échangeable. Les bases échangeables présentent une carence assez moyenne en calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) et en magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) dans la quasi-totalité des échantillons de sol. L'examen des valeurs de la capacité d'échange cationique (CEC) montre que c'est un site avec un faible pouvoir de rétention de nutriments. La teneur en CEC des sols dans les différentes couches est très faible. Cela est dû à la présence de matière organique et d'argile observée à divers endroits. Cette relation linéaire indique que la CEC devient moins importante à mesure que la teneur en matière organique du sol augmente. Ces résultats sont cohérents avec ceux d'Alexandre et al. (2012) et Koull et Halilat (2016), ces différents auteurs ont montré que les CEC sont étroitement liées à la teneur en matière organique du sol et à la teneur en argile. Cette étude montre que le sol étudié a un pH potentiellement acide. Plus le pH est élevé, plus la conductivité électrique changera avec la profondeur. Cette relation indique des concentrations élevées qui expliquent pourquoi le sol est une eau salée et un meilleur conducteur d'électricité, et de faibles concentrations peuvent être expliquées par la localisation topographique du site. Ce constat est comparable à ceux d'Ado (2017), qui indique que la valeur du pH (4-5) de l'eau, qui diminue avec la profondeur. Egalement pour Ognalaga et al. (2015), un pH presque neutre est un avantage pour une meilleure absorption des nutriments. Il a été rapporté par Amonmide et al. (2020), les solutions les plus concentrées en sels dissous conduisent mieux le courant électrique et possèdent les C.E les plus élevées. Selon les résultats de cette étude, une faible fertilité des sols est l'une des causes à effet d'une faible productivité. Il convient de revenir sur les limites identifiées pour une bonne pratique de gestion agricole. Cette corrélation positive et significative est également constatée par Miningou et al.

(2020) que le faible rendement est souvent dû à l'épuisement naturel des nutriments élémentaires du sol, à la pression biologique et à la faible utilisation d'engrais. Selon Dasyilva et al. (2017), la capacité à améliorer la fertilité des sols est l'une des principales raisons de la décision consciente de maintenir des plantes ligneuses dans les basses terres.

### Conclusion

Cette étude a mis en évidence les avantages structuraux de texture des argilo-sableux, des argilo-sableux et des limons argileux en général. Une texture équilibrée pour l'irrigation avec rétention d'eau et perméabilité modérée. L'équilibre nutritionnel indique que le sol environnant est pauvre en potassium et présente les restrictions chimiques suivantes : réactions acides du sol, faibles niveaux de matière organique et azote dans certaines zones. D'autre part, ces sols présentent également un déséquilibre entre une faible capacité de stockage des éléments nutritifs (faible CEC) et l'effet d'échange. Le rapport C/N indique que la minéralisation de la matière organique disponible est très lente. De plus, l'importance de la CEC diminue avec l'augmentation de la teneur en matière organique du sol, de sorte que la capacité d'échange cationique est limitée même à de faibles capacités de rétention des nutriments. Compte tenu de la sous-alimentation observée, le sol est de fertilité moyenne et peut menacer la viabilité à long terme du système de production. La malnutrition observée peut être corrigée en appliquant des engrais d'entretien appropriés. L'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K) sont essentiels et importants pour atteindre la croissance et les rendements potentiels.

### CONFLITS D'INTERETS

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflit d'intérêt pour ce manuscrit.

### CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

ST a conduit l'étude sur le terrain, collecté les données, fait l'analyse des données et la rédaction du manuscrit. PZ,

SO, YS et MNA ont encadré, orienté l'étude et corrigé le manuscrit.

### REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient les administrateurs de la Coopérative Saga, en particulier le directeur du périmètre pour avoir facilité l'accès au périmètre. Nous remercions également toute l'équipe de l'Institut national de la recherche agronomique du Niger (INRAN) pour son accueil chaleureux.

### REFERENCES

- Ado MN. 2017. Evaluation in situ et en conditions contrôlées de la phytodésalinisation des Vertisols irrigués : cas d'étude du périmètre rizicole de Kollo (Niger) dans la vallée du fleuve Niger. Thèse de Doctorat, cotutelle Université Bretagne Loire et Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger, 279 p.
- Abdoul-Habou Z, Boubacar MK, Adam T. 2016. Les systèmes de productions agricoles du Niger face au changement climatique : défis et perspectives. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **10**(3): 1262-1272. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i3.28>
- Alexandre M, Hansrudolf O, Raphaël C, Vincent B, Sokrat S. 2012. Effet à long terme des engrais organiques sur les propriétés du sol. *Rech. Agron. Suisse*, **3**(3): 148-155.
- Akpo MA, Saïdou A, Yabi I, Balogoun I, Balogoun I. 2016. Evaluation de la performance des pratiques de gestion de la fertilité des sols dans le bassin de la Rivière Okpara au Bénin. *European Scientific Journal*, **12**(33): 370-390. DOI: 10.19044/esj.2016.v12n33p370
- Amonmide I, dagbenonbakin C, agbangba E, akponikpe P. 2020. Contribution à l'évaluation du niveau de fertilité des sols dans les systèmes de culture à base de coton au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **13**(3): 1846-1860. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i3.52>
- Ballot CSA, Mawussi G, Atakpama W, Moita-Nassy M, Yangakola TM, Zinga I,

- Silla S, Kperkouma W, Dercon G, Komlan B, Koffi A. 2016. Caractérisation physico-chimique des sols en vue de l'amélioration de la productivité du manioc (*Manihot esculenta* Crantz) dans la région de Damara au centre-sud de Centrafrique. *Agronomie Africaine*, **28**(1): 9-23.
- Batamoussi MH, Oga CA, Sèkloka E, Saïdou A. 2014. Effects of different formulations of mineral fertilizers on the agronomic parameters of maize (*Zea mays*) in the climate change conditions of central Benin. *International Journal of Science and Advanced Technology*, **4**(6): 31-35.
- Biga I, Boubacar MM, Oumani AA, Ali M. 2021. Perceptions et stratégies paysannes de gestion de la fertilité des sols dans la région de Tillabéry de l'ouest du Niger. *Int. J. Adv. Res.*, **9**(04): 740-751. DOI: 10.21474/IJAR01/12760
- Buol SW, Southard RJ, Graham RC, McDaniel PA. 2011. Morphology and Composition of Soils. In *Soil Genesis and Classification*, Buol SW, Southard RJ, Graham RC, McDaniel PA (6<sup>th</sup> Edn). John Wiley & Sons Inc: USA; 35-87. DOI: 10.1002/9780470960622
- Bradford MA, Berg B, Wieder WR, Wood SA. 2016. Understanding the dominant controls on litter decomposition. *Journal of Ecology*, **104**(1): 229-238. DOI: 10.1111/1365-2745.12507
- Chevallier T, Razafimbelo TM, Chapuis-Lardy L, Brossard M. 2020. *Carbone des Sols en Afrique : Impacts des Usages des Sols et des Pratiques Agricoles*. FAO/IRD : Rome/Marseille.
- Dasylyva M, Ndour N, Ndiaye O, Sambou B. 2017. Analyse de la flore, de la végétation ligneuse et des fonctions des vallées en zone périurbaine post-conflit (Ziguinchor, Sénégal). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **11**(1): 360-377. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i1.28>
- Fall AA. 2018. Chaîne de valeur riz en Afrique de l'Ouest : Performance, enjeux et défis en Côte d'Ivoire, Guinée, Libéria, Mali, Sierra Léone et Sénégal. *Journal of Applied Biosciences*, **130**: 13175-13186. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/jab.v130i1.5>
- Issiaka Y, Hassane HS, Abdourahmane IS, Awaiss A. 2018. Distribution et diversité de la faune aviaire de la ville de Niamey et de sa principale zone humide, le fleuve Niger. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **12**(6): 2626-2643. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i6.13>
- Kekane SS, Chavan RP, Shinde DN, Patil CL, Sagar SS. 2015. A review on physico-chemical properties of soil. *Int. J. of Chem. Studies*, **3**(4): 29-32.
- Koull N, Halilat MT. 2016. Effets de la matière organique sur les propriétés physiques et chimiques des sols sableux de la région d'Ouargla (Algérie). *Et. Gest. Sols*, **23**(1): 9-19.
- Kohio EN, Toure AG, Sedogo MP, Ambouta KJM. 2017. Contraintes à l'adoption des bonnes pratiques de Gestion Durable des Terres dans les zones soudaniennes et soudano-sahéliennes du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **11**(6): 2982-2989. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i6.34>
- Manzelli M, Fiorillo E, Bacci M, Tarchiani V. 2015. La riziculture de bas-fond au sud du Sénégal (Moyenne Casamance) : enjeux et perspectives pour la pérennisation des actions de réhabilitation et de mise en valeur. *Cahiers Agricultures*, **24**(5): 301-312. DOI: <https://doi.org/10.1684/agr.2015.0772>
- Matieu H, Mahamadou B, Rémi A, Martial B. 2020. Les stocks de carbone des sols d'Afrique de l'Ouest. In *Carbone des sols en Afrique : Impacts des Usages des Sols et des Pratiques Agricoles*, Chevallier T, Razafimbelo TM, Chapuis-Lardy L, Brossard M (eds). FAO/IRD : Rome/Marseille ; 35-56.
- Minigou A, Golane V, Traore AS, Kambire H. 2020. Détermination de la dose et de la date optimales d'application de la fumure minérale sur le sésame (*Sesamum*

- indicum* L.) au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **14**(9): 2992-3000. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v14i9.3>
- Mossi Maïga I, Alou Himadou A, Haougui A, Souleymane A, Gbro G. 2017. Normes techniques et pratiques locales des producteurs dans les périmètres rizicoles irrigués de Toula et de Bonfeba au Niger. *African Crop Science Journal*, **25**(4): 441–456. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/acsj.v25i4.4>
- Mossi Maïga I. 2005. La gestion collective des systèmes irrigués : cas des AHA rizicoles dans la vallée du fleuve Niger au Niger. DEA, Université Toulouse le Mirail (UTM), Toulouse, 408 P.
- Nijimbere S, Kaboneka S, Ndiokubwayo S, Irakoze W, Ndikumana J. 2020. Caractérisation physico-chimique des sols d'une exploitation agricole du Mumirwa en commune Rumonge (Burundi). *Revue de l'Université du Burundi*, **29**: 34-44. DOI: 10.22541/au.159404049.93425310
- Namata IM. 2012. Gestion sociale et diagnostic des infrastructures de distribution de l'eau sur le périmètre rizicole de Saga. Mémoire de fin d'études de Master Spécialisé, Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2IE), Niger, 65 p.
- Ognalaga M, Odjogui PIO, Lekambou JM, Poligui RN. 2015. Effet des écumes à cannes à sucre, de la poudre et du compost de à base de *Chromolaena odorata* (L.) King R.M. & H.E. Rob sur la croissance de l'oseille de Guinée (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **9**(5): 2507-2519. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i5.22>
- Oumarou HI, Soumana B, Toulou A, Yamba B. 2016. Perception et adaptation du changement des facteurs climatiques : cas des producteurs de niébé à Karma (Tillabéry). *Annales de l'Université Abdou Moumouni*, **1**: 107 - 119.
- Ozer P, Laminou Manzo O, Tidjani AD, Djaby B, Longueville DE. 2017. Evolution récente des extrêmes pluviométriques au Niger (1950-2014). *Géo-Eco-Trop.*, **41**(3): 375-384.
- Pellerin S, Bamière L. 2019. Stocker du carbone dans les sols français : quel potentiel au regard de l'objectif 4 pour 1 000 et à quel coût ? INRA, France, 114 p.
- Saïdou A, Kossou D, Acakpo C, Richards P, Kuyper WT. 2012. Effects of farmers' practices of fertilizer application and land use types on subsequent maize yield and nutrient uptake in Central Benin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **6**(1): 363-376. DOI: 10.4314/ijbcs.v6i1.32
- Sido A, Saminou E, Hassane A, Mossi Maïga I, Maï Alimi O, Yacouba I, Bouzou A, Hassane M, Baye I, Seyni I. 2015. Etat des lieux de la riziculture au Niger. Ministère de l'agriculture/ PPAAO-WAAPP-WAAPP, Niamey, 92 p.
- Sanouna A, Soumana B, Hassane M, Toudou A, Mahamadou IS. 2020. Déterminants de la production dans les exploitations agricoles de la vallée du fleuve dans la commune de kourtheye au Niger. *Agronomie Africaine*, **32**(4): 463 – 474.
- Soumana B, Ali M. 2017. Analyse de la chaîne de valeur oignon dans la commune de Madaoua au Niger. *Annales de l'Université Abdou Moumouni*, **1**: 1 - 16.