



Original Paper

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

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

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)

Zelbié BASSOLE*, Isidore Pawendkissou YANOOGO et Fulgence Talaridia IDANI

*Université Norbert ZONGO, Unité de Formation et de Recherche en Lettres et Sciences Humaines (UFR/LSH),
Département de Géographie, Laboratoire de Recherche en Sciences Humaines et Sociales (LABOSHS), BP
376, Koudougou, Burkina Faso.*

**Auteur correspondant ; E-mail: zelbiehamaria@gmail.com, Tel : +226 76013090*

Received: 06-11-2022

Accepted: 23-01-2023

Published: 31-01-2023

RÉSUMÉ

La connaissance des propriétés physico-chimiques des sols est nécessaire pour l'agriculture durable visant à la fois l'accroissement des rendements agricoles et la préservation de la fertilité des sols. L'objectif de cette étude était de déterminer les caractéristiques morphologiques et physico-chimiques des sols ferrugineux lessivés et bruns eutrophes du bas-fond de Goundi-Djoro, en vue d'améliorer les pratiques agricoles. Pour ce faire, des profils pédologiques ont été ouverts et décrits sur le terrain. Des échantillons de sols ont été prélevés et analysés au laboratoire. Les résultats montrent que 82% des sols ferrugineux ont une texture grossière, limono-sableuse. Ils sont peu profonds, avec une faible capacité de rétention en eau et de nombreux éléments grossiers. Par contre, les sols bruns sont profonds, avec une texture fine de types argileux (50%) et limono-argileux (37,5%). Leurs réserves en eau sont très élevées, entre 13,10% et 22,60%. Sur le plan chimique, les sols ferrugineux sont pauvres avec des pH très fortement acides (4,7), de faibles teneurs en éléments nutritifs et en bases échangeables. Tandis que, les sols bruns sont fertiles, avec des pH faiblement acides à neutres (6,62). La qualité des sols du site pourrait être améliorée par des amendements organiques et minéraux.

© 2022 *International Formulae Group. All rights reserved.*

Mots clés : Caractéristiques physico-chimiques, texture, réserve en eau utile, fertilité, Burkina Faso.

Characterization of leached tropical ferruginous soils and tropical eutrophic brown soils for agricultural use in the lowland of Goundi-Djoro (Burkina Faso)

ABSTRACT

Knowledge of the physico-chemical properties of soils is necessary for sustainable agriculture aimed at both increasing agricultural yields and preserving soil fertility. The objective of this study was to determine the morphological and physico-chemical characteristics of the leached ferruginous and brown eutrophic soils of the lowland of Goundi-Djoro, with a view to improving agricultural practices. To do this, soil profiles were opened and described in the field. Soil samples were taken and analyzed in the laboratory. The results show that 82% of ferruginous soils have a coarse, sandy-loamy texture. They are shallow, with low water holding capacity and

many coarse elements. On the other hand, the brown soils are deep, with a fine texture of clayey (50%) and silty-clayey (37.5%) types. Their water reserves are very high, between 13.10% and 22.60%. From a chemical point of view, ferruginous soils are poor with very strongly acidic pH (4.7), low levels of nutrients and exchangeable bases. While, brown soils are fertile, with weakly acidic to neutral pH (6.62). The quality of the site's soils could be improved by organic and mineral amendments.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Physico-chemical characteristics, texture, useful water reserve, fertility, Burkina Faso.

INTRODUCTION

L'agriculture est la principale activité et source de revenus des populations rurales africaines (Sanogo, 2019). C'est une agriculture extensive en général qui utilise les sols comme principale ressource naturelle dans la chaîne de production. Un sol est issu de la transformation ou de la décomposition d'une roche mère sous l'effet des facteurs physiques (climat), des débris végétaux et animaux et de l'activité biologique (Huber et Schaub, 2011, Yaméogo, 2021). Le sol est ainsi constitué d'éléments organiques et minéraux qui favorisent la croissance des plantes.

Cependant, les sols sont soumis à diverses formes de dégradation qui ont un impact négatif sur leurs propriétés physico-chimiques et biologiques. En Afrique subsaharienne, les principales causes de la dégradation des sols sont l'érosion hydrique, la pression démographique, la destruction du couvert végétal, les activités minières et les pratiques culturales. En effet, l'agriculture prélève du sol, chaque année, plus d'éléments nutritifs qu'elle n'en retourne (Biga et al., 2021) à cause des mauvaises pratiques culturales (Akpo et al., 2016). La dégradation de la fertilité des sols se traduit par une baisse des rendements agricoles (Coulibaly et al., 2020), alors que l'agriculture constitue le moteur de la croissance économique de nombreux pays africains.

La baisse de la fertilité des sols et des rendements agricoles ont contraint plusieurs paysans des pays sahéliens à orienter de plus en plus leurs activités agricoles vers les bas-fonds (Kchouk et al., 2015) au détriment des glacis et des interfluves (Zoungrana, 2010). La ruée des agriculteurs vers les bas-fonds est favorisée par les potentialités offertes par ces

espaces, considérés comme des milieux fertiles à hauts rendements agricoles (Souberou et al., 2018). La mise en valeur des bas-fonds par des aménagements hydroagricoles constitue donc une option pour réduire les contraintes climatiques, pédologiques et hydriques et une opportunité pour accroître la production agricole (Lavigne Delville et Robin, 2019).

C'est dans ce contexte que les producteurs agricoles de la commune de Réo au Burkina Faso exploitent les sols des bas-fonds pour pallier les pénuries alimentaires, en dépit de l'insuffisance d'informations sur les caractéristiques morphologiques et les propriétés physico-chimiques de ces sols. Or, une bonne connaissance des propriétés physico-chimiques des sols est nécessaire pour une agriculture durable qui vise à la fois l'accroissement des rendements agricoles et la préservation de la fertilité des sols.

Au Burkina Faso, des études ont été menées sur l'aménagement des bas-fonds (Lavigne Delville et Robin, 2019), l'impact socioéconomique (Sanogo, 2019 ; Serpantié et al., 2019), les risques sanitaires (Compaoré et al., 2019) et environnementaux liés à leurs exploitations. D'autres chercheurs se sont penchés sur la fertilité des sols (Da et al., 2008, Palla et al., 2009, Kissou et al., 2014, 2018, Koulibaly et al., 2016, Bacyé et al., 2019, Kaboré et al., 2020, Ouédraogo et al., 2022).

Toutefois, très peu de chercheurs ont travaillé sur les caractéristiques morphologiques et les propriétés physico-chimiques des sols dans la commune de Réo. Le Bureau national des sols du Burkina Faso (BUNASOLS) a réalisé une étude morpho-pédologique à l'échelle 1/100.000^e dans quelques provinces du pays dont la province

du Sanguié dans laquelle se trouve la zone de cette présente étude. Cependant, selon le même service, les cartes de reconnaissance détaillée (échelles 1/100.000^e et 1/50.000^e) ne permettent pas de procéder directement à un aménagement mais plutôt de fixer des options globales et d'identifier des zones propices pour un éventuel aménagement, quitte à ce que ces zones fassent l'objet d'une étude plus fine (1/20.000^e p.ex.). En effet, les cartes semi-détaillées (échelles 1/20.000^e et 1/25.000^e) permettent la mise en évidence des contraintes liées au sol et, partant, de faire des propositions d'affectations des terres.

Ainsi, pour répondre à cette problématique, nous avons réalisé une étude morphopédologique du bas-fond de Goundi-Djoro (commune de Réo), à l'échelle 1/20.000^e. Elle a permis de déterminer 4 classes et 9 sous-groupes (types) de sols. Les sols à sesquioxydes de fer et de manganèse (sols ferrugineux tropicaux lessivés) et les sols brunifiés (sols bruns eutrophes tropicaux) sont les plus dominants du site de l'étude, représentant 73% de sa superficie totale. L'objectif de la présente étude était de déterminer les caractéristiques morphologiques et physico-chimiques des sols ferrugineux tropicaux lessivés et des sols bruns eutrophes tropicaux de ce bas-fond, en vue de contribuer à mieux orienter les pratiques agricoles.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Cadre d'étude

Le cadre de l'étude est la commune de Réo située au Nord-Est de la province du Sanguié. La ville de Réo est à environ 15 km à l'Ouest de Koudougou (chef-lieu de la Région du Centre-Ouest) et 115 km, à l'Ouest de Ouagadougou. Couvrant une superficie de 432 km², la commune de Réo est localisée entre 12°11' et 12°28' de Latitude Nord et 2°24' et 2°37' de Longitude Ouest. Elle est composée de 9 secteurs de la ville auxquels s'ajoutent 12 villages administratifs. Le site de la présente étude est le bas-fond (non aménagé) de Goundi-Djoro, village situé au Sud de la commune de Réo (Figure 1).

Le climat est de type soudano-sahélien selon le découpage thermo-climatique du Burkina Faso, avec une pluviométrie moyenne annuelle de 860,50 mm d'eau et une température moyenne annuelle de 28,39°C pour la période 1991-2020 (station synoptique de Saria, 2021).

Le réseau hydrographique de la commune est constitué de rivières, de ruisseaux à caractère saisonnier et aussi des retenues d'eau. Au Nord, on y rencontre la rivière *Vranso*, affluent du *Mouhoun*. Les réserves en eaux souterraines de la zone de l'étude sont importantes. En effet, le socle communal est caractérisé par des épaisseurs d'altération relativement épaisses, estimées à 25 m, et les niveaux d'eau sont peu profonds, entre 8 et 9 mètres (Mairie de Réo, 2019).

La nature des sols est le résultat des unités géomorphologiques, du substratum géologique et du climat. L'étude morphopédologique de la province du Sanguié, au 1/100.000^e a permis de déterminer 5 classes de sols dans la commune de Réo : les sols minéraux bruts, les sols peu évolués, les sols brunifiés, les sols à sesquioxydes de fer et de manganèse et les sols hydromorphes (BUNASOLS, 2003). Ces sols sont soumis aux agents d'érosion. Les facteurs de leur dégradation sont entre autres la nature du sol, la topographie du milieu, l'érosion hydrique, la destruction du couvert végétal, les pratiques culturales, les effets de la variabilité climatique et l'action anthropique.

Avec une densité humaine de 175,61 h/km², la commune de Réo est la plus peuplée de la province du Sanguié en 2019. Elle comptait 75866 habitants, soit 19,37% de la population totale de la province qui s'élève à 391617 habitants (INSD, 2022). L'agriculture, l'élevage, le petit commerce et l'orpaillage constituent les principales activités socioéconomiques des populations.

Matériels : données et outils

Les données primaires concernent les relevés du pH eau, de la matière organique, du rapport C/N, de l'azote total, du phosphore assimilable, du potassium disponible, de la

somme des bases échangeables, de la capacité d'échange cationique, du taux de saturation en bases, de la granulométrie 3 fractions et des constantes hydriques, pF 2,5 et pF 4, 2. Ces données ont permis de déterminer les caractéristiques physico-chimiques des sols du site de l'étude. Les caractéristiques morphologiques des sols (profondeur utile, couleur, texture, structure, consistance, charge graveleuse, drainage, ...) ont été décrites sur le terrain.

Les données secondaires utilisées concernent la Base Nationale de Données Topographiques de l'Institut Géographique du Burkina (IGB/BNDT, 2012), la carte géologique du Burkina Faso au 1/1.000.000^e, la carte morphopédologique de la province du Sanguié, échelle 1/100.000^e (BUNASOLS, 2003), les images satellitaires Google earth pro de 2020 et la carte de sondage indiquant les coordonnées géographiques des sites de prospection pédologique et de prélèvement des échantillons de sols. Pour la détermination et la caractérisation des sols, la classification française de la Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols (CPCS) et la Base de Référence Mondiale pour les ressources en sols de 2014, de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO/WRB, 2015) et un code MUNSELL, version , 2014, ont été utilisés.

Pour mener à bien l'étude, un outillage a été rassemblé. D'abord, un GPS est utilisé pour repérer les coordonnées des sites de prospection pédologique et de prélèvement des échantillons de sols. Ensuite, des pics, un mètre-ruban et des fiches de description ont respectivement permis d'ouvrir les fosses pédologiques, de mesurer leurs profondeurs et de décrire les profils. Enfin, une tarière, des sachets plastiques, un stylo marqueur et des sacs de jute ont servi respectivement à prélever, conditionner, codifier et stocker les échantillons de sols. Ces échantillons de sols ont été analysés dans un laboratoire d'analyse. Le logiciel ArcGIS 10.4 a servi à réaliser les cartes.

Méthodes

Méthodes de prospection pédologique et de prélèvement des échantillons de sols

La prospection pédologique et l'échantillonnage des sols ont été faits selon la méthode du quadrillage systématique au centre. Elle consiste à réaliser un maillage carré du site de l'étude. Au centre de chaque carré, un profil pédologique est ouvert et un échantillon de sol est prélevé à chaque 500 m. La profondeur de prélèvement a concerné la couche de 0-30 cm. Ainsi, des profils pédologiques de référence ont été ouverts et 27 échantillons de sols ont été prélevés sur le site de Goundi-Djoro (Figure 2).

Méthodes d'analyse des échantillons de sols et d'interprétation des données

Les échantillons de sols prélevés ont fait l'objet d'analyse au laboratoire du Bureau National des Sols du Burkina Faso (BUNASOLS), selon les méthodes en vigueur. Le Tableau 1 synthétise la méthode d'analyse de chaque paramètre.

Les données des analyses des échantillons de sols ont été interprétées selon les normes internationales adaptées par le BUNASOLS aux conditions agroécologiques du Burkina Faso. Les classes très basses et basses montrent une teneur très faible ou faible de l'élément dans le sol. Par contre, les classes élevées et très élevées indiquent des valeurs favorables du paramètre analysé (Tableau 2).

Le Tableau 3 montre qu'un pH compris entre 5,6 et 6,0 indique un sol moyennement acide. Par contre, un pH très faible, inférieur à 4,5 montre que le sol est extrêmement acide. À l'opposé, lorsque le pH est élevé, compris entre 6,1 et 7,3, le sol est faiblement acide à neutre.

Le rapport Carbone sur l'Azote (C/N) permet d'apprécier le degré d'évolution de la matière organique des sols. Un C/N compris entre 6 et 8 indique une décomposition rapide de la matière organique (MO) du sol. Lorsqu'il se situe entre 9 et 12, la décomposition de la MO est bonne. Cependant, elle est lente quand le C/N est supérieur ou égal à 13 (Tableau 3).

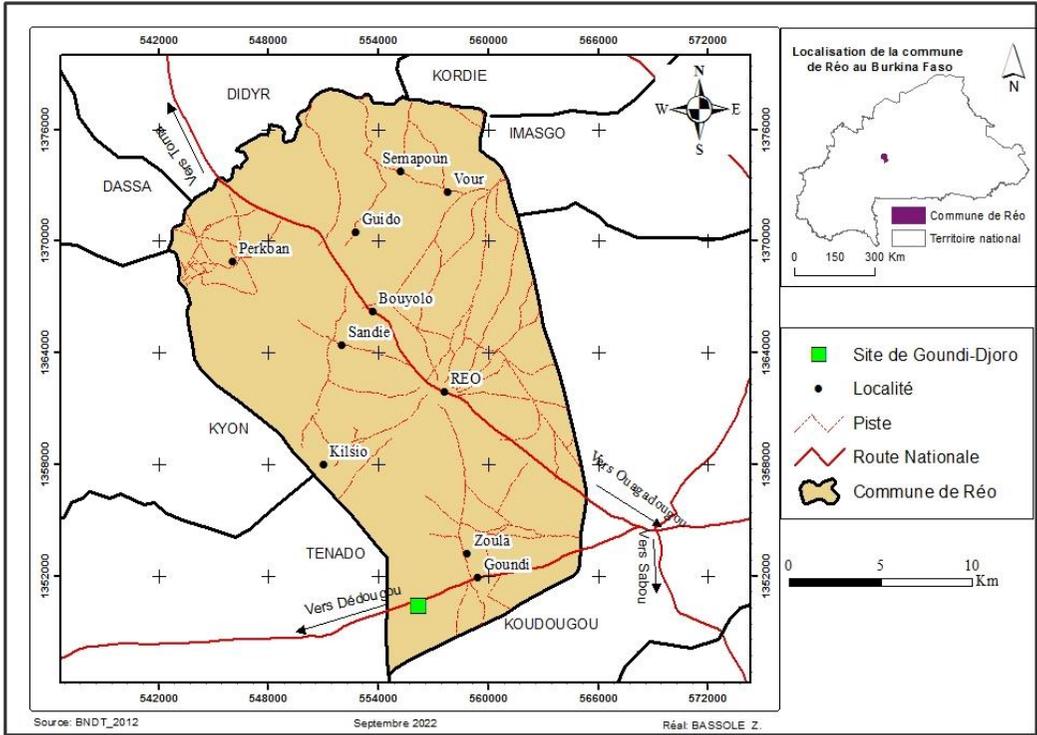


Figure 1 : Situation géographique de la commune de Réo et du site de l'étude

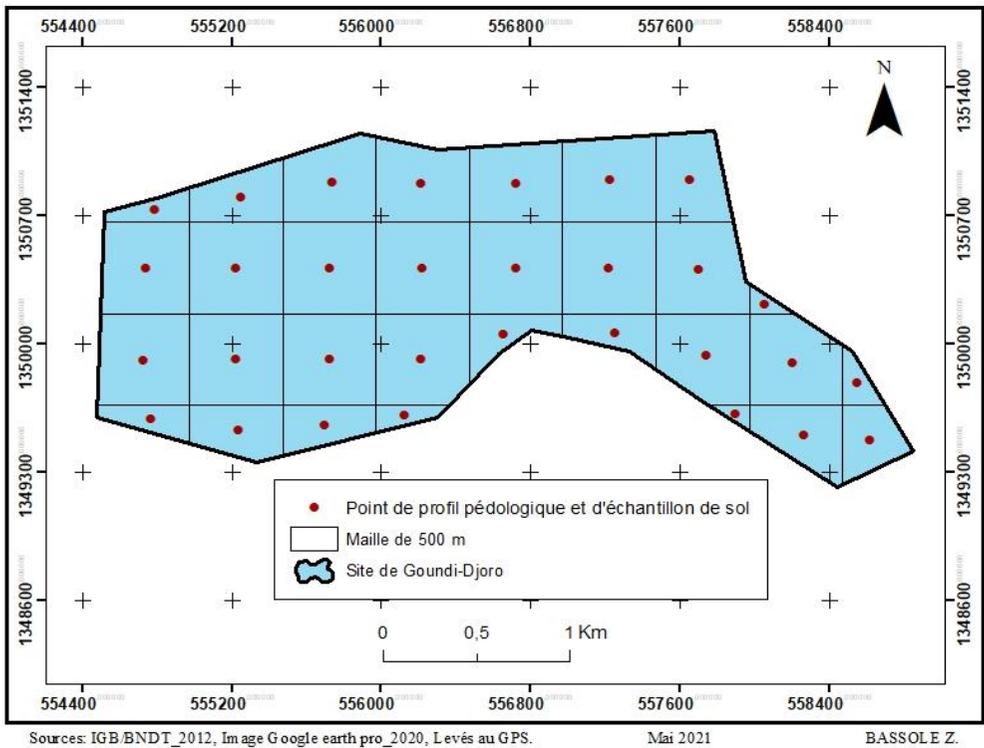


Figure 2 : Plan de prospection pédologique et d'échantillonnage des sols.

Tableau 1 : Description sommaire des méthodes d'analyse des paramètres physico-chimiques.

Paramètre	Méthode utilisée	Description sommaire de la méthode
Granulométrie 3 fractions (argile, sable et limon)	Hydrométrie spéciale calibrée à 20°C	- Agitation du poids déterminé de l'échantillon avec une solution d'hexaméthaphosphate de sodium (dispersant) pendant 2 heures - Agiter la suspension à la main pendant une minute - Mesurer la densité d'abord après 40 secondes de repos puis après 3 heures de repos à l'aide d'un hydromètre spécial calibré à 20°C.
Matière organique (carbone)	méthode de Walkley et Black	- Oxydation de l'échantillon par du bichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) en milieu sulfurique, - l'excès de bichromate est déterminée en colorimétrie à 650 nm, - le taux de carbone est estimé à 58 % de la matière organique, - la teneur en matière organique est déterminée à partir de la teneur en carbone organique, en utilisant le coefficient multiplicateur de 1,724 : MO (%) = C organique total (%) x 1,724.
pH eau	Méthode potentiométrique.	- Utilisation d'un pH-mètre à électrode en verre et à lecture directe a été utilisé. - agitation pendant 30 minutes d'un mélange de 20 g de sol (échantillon) et 50 ml d'eau distillée. - solution d'échantillons laissée au repos pendant 30 minutes après agitation. - mesure de l'acidité d'une suspension de terre dans l'eau, avec un rapport terre par eau de 1/2,5 (norme en vigueur).
Azote total	Méthode de Kjeldahl	- Minéralisation de l'échantillon de sol avec un mélange d'acide sulfurique-sélénium-salicylique en le chauffant progressivement (100 à 340°C) jusqu'à minéralisation totale. - Détermination de l'azote total dans le minerat à l'auto-analyseur en utilisant le nessler comme indicateur.
Phosphore assimilable	Méthode de Bray n° 1	- Extraction du phosphore avec une solution mixte de chlorure d'ammonium (NH_4Cl) et d'acide chlorhydrique (HCl). - Le phosphore est ensuite dosé au spectrophotomètre à 720 nm en utilisant le molybdate d'ammonium.
Potassium disponible	La photomètre à flamme	- Une quantité déterminée de l'échantillon est prise et agitée avec une solution mixte de l'acide chlorhydrique (HCl) et l'acide oxalique ($C_2H_2O_4$). - L'échantillon est aussitôt filtré et le potassium dans la solution est ensuite déterminé au photomètre à flamme.
Somme des bases et la Capacité d'échange cationique (CEC)	Méthode de l'agent thiouré	- Les cations échangeables ont été déplacés du complexe adsorbant par une solution de nitrate d'argent ($AgNO_3$) et de thiouré (H_2NCSNH_2). - Détermination des cations Ca^{2+} et Mg^{2+} dans le filtrat ou le centrifugat à l'aide d'un spectromètre en absorption atomique, - - détermination du sodium (Na^+) et du potassium (K^+) dans le filtrat à l'aide d'un photomètre en flamme. - Quand à la CEC, c'est la quantité d'argent dosé dans le filtrat qui lui représente.
Taux de saturation en bases	Rapport somme des bases et la CEC x 100	Le taux de saturation est déterminé à partir de somme des bases et de la CEC

Réserve en eau utile (Constantes hydriques) : pF 2,5 et pF 4.2	Chambre à pression	- Après saturation en eau des échantillons, ils sont soumis à une pression de 0,3 bar pour le pF 2,5 et 15 bar pour le pF 4,2. - La réserve en eau utile est calculée selon la formule suivante : $RU (mm) = pF 2,5 - pF 4,2 \times da \times E$ avec : RU, réserve en eau utile (en millimètres), da, densité apparente estimée à 1,7 pour les sols du Burkina, E, épaisseur du sol (en décimètres)
--	--------------------	---

Source: BUNASOLS, août 2022.

Tableau 2 : Classes d'interprétation de quelques paramètres physico-chimiques des sols.

Paramètres chimiques	Très bas	Bas	Moyen	Elevé	Très élevé
MO (%)	< 0,5	[0,5-1,0[	[1,0-2,0[	[2,0-3,0[	>3,0
N (%)	<0,02	[0,02-0,06[	[0,06-0,10[	[0,10-0,14[	> 0,14
P (ppm)	<5	[5-10[	[10-20 [	[20-30 [	> 30
K (ppm)	<25	[25-50[	[50-100[	[100-200 [	> 200
SBE (méq/100g)	<1	[1-6[	[6-11[	[11-16[	> 16
CEC (méq/100g)	<5	[5-10[	[10-15[	[15-20[	> 20
TS (%)	<20	[20-40[	[40-60[	[60-80[	> 80
RU (%)	<3	[3-5[	[5-10[	[10-15[	> 15

Source: Données terrain, Juin 2022, BASSOLE Z, appui technique du BUNASOLS

Légende : MO : Matière Organique ; N : Azote total ; P : Phosphore assimilable ; K : Potassium disponible ; SBE : Somme des Bases Echangeables ; CEC : Capacité d'Echange Cationique ; TS : Taux de Saturation en bases ; RU : Réserve en Eau Utile.

Tableau 3 : Classes d'interprétation du pH et du rapport C/N

pH eau	Extrêmement acide	Très fortement acide	Fortement acide	Moyennement acide	Faiblement acide à neutre	Légèrement alcalin
	<4,5	4,6-5,0	5,1-5,5	5,6-6,0	6,1-7,3	7,4-7,8
	6	8	9-10	11-12	13-14	15-20
	Très faible	Faible	Normal	Légèrement élevé	Elevé	Très élevé
Rapport C/N	Sol à décomposition rapide de la matière organique		Bonne décomposition de la matière organique		Sol d'activité biologique réduite et une décomposition lente de la matière organique	

Source: Données terrain, Juin 2022, BASSOLE Z, appui technique du BUNASOLS

RÉSULTATS

Les résultats révèlent 11 sols ferrugineux tropicaux lessivés et 8 sols bruns eutrophes tropicaux sur le site de l'étude. Les caractéristiques ainsi décrites concernent les profils de références. Néanmoins, la composition granulométrique et les valeurs moyennes des paramètres chimiques de l'ensemble des sols ont aussi été analysées.

La classe des sols à sesquioxydes de fer et de manganèse

Les sols à sesquioxydes de fer et de manganèse représentent 37,91% de la superficie totale du site de Goundi-Djoro. Le profil est de type A B C ou A (B) C caractérisé par une individualisation des sesquioxydes de fer ou de manganèse donnant au profil une coloration rouge, ocre ou rouille. Les oxydes peuvent être sous forme de concrétions, carapace ou cuirasse. Seul le groupe des sols ferrugineux tropicaux lessivés a été identifié avec trois (3) sous-groupes : les sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés superficiels (WRB, 2014 : Plinthosols épipétriques), les sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés peu profonds (WRB, 2014 : Lixisols endopétriques) et les sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions (WRB, 2014 : Lixisols endogéyliques).

Les caractéristiques morphologiques des sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés superficiels (FLIS), des sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés peu profonds (FLIPP) et des sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions (FLC)

Le Tableau 4 montre que les sols ferrugineux tropicaux lessivés du site de Goundi-Djoro sont localisés sur les glacis haut de pente (FLIS, FLIPP) et moyenne pente (FLC). Ils ont des textures grossières (limono-sableuses) en surface. Ces sols sont durs et parfois extrêmement durs avec une induration ferrugineuse en profondeur. Leurs charges graveleuses sont constituées de graviers ferromanganiques importants. Ces sols ont chacun

une structure polyédrique subangulaire faiblement développée. Les racines y sont peu nombreuses, avec un drainage normal et une activité biologique bien développée dans l'ensemble. Les sols FLIS et les FLIPP sont de couleur brun jaunâtre foncé (10YR3/4) en surface ; par contre, les sols FLC ont une couleur brun grisâtre (10YR5/2) en surface. Du point de vue profondeur utile, les FLIS du site de l'étude n'excèdent guère 15 cm, avec une très faible capacité de rétention en eau. Par contre les FLIPP et le FLC peuvent atteindre respectivement 39 et 105 cm, avec des réserves moyennes en eau utile. La Figure 3 illustre les profils pédologiques de ces trois types de sols.

Les caractéristiques chimiques des sols FLIS, FLIPP et FLC

Les données du Tableau 5 montrent que les sols à sesquioxyde de fer et de manganèse du site de Goundi-Djoro sont extrêmement acides (FLIS) et fortement acides (FLIPP et FLC). Le taux de la matière organique est très bas pour les FLC (0,0445%) et bas pour les FLIS et les FLIPP, respectivement 0,5% et 0,619%. Les FLIS sont moyennement pourvus en azote, par contre les deux autres types de sols en sont pauvres. Le rapport C/N de ces sols est compris entre 9 et 11 ; ce qui traduit une bonne décomposition de la matière organique. Concernant le potassium disponible, les FLIPP et les FLC ont des teneurs moyennes, contrairement aux FLIS, qui en sont faiblement pourvus. Ces trois types de sols ont des teneurs très faibles en phosphore assimilable, faibles en bases échangeables et en capacité d'échange cationique. Les taux de saturation en bases sont faibles (40%) pour les FLIS et moyens pour les autres. La somme des cotations des paramètres chimiques indique un faible niveau de fertilité des sols ferrugineux lessivés du site de Goundi-Djoro.

La classe des sols brunifiés

Les sols brunifiés représentent 35,08% de la superficie totale du site de Goundi-Djoro. L'évolution des sols de cette classe est caractérisée par un humus de type mull. Le profil est de type A (B) C ou A B C. L'horizon B textural ou (B) structural est pauvre en matière organique. Le complexe absorbant est généralement saturé en calcium. Les sols se développent sur des matériaux d'altération provenant des schistes, des roches vertes ou des granites à minéraux basiques. Trois (3) sous-groupes ont été décrits : les sols bruns eutrophes tropicaux peu évolués (WRB, 2014 : Cambisol endo-squelettique), les sols bruns eutrophes tropicaux hydromorphes (WRB, 2014 : Cambisol gleyique) et les sols bruns eutrophes tropicaux ferruginisés (WRB, 2014 : Cambisol ferrique).

Les caractéristiques morphologiques des sols bruns eutrophes tropicaux peu évolués (BEPE), des sols bruns eutrophes tropicaux hydromorphes (BEH) et des sols bruns eutrophes tropicaux ferruginisés (BEF).

Les sols bruns eutrophes répertoriés sur le site de l'étude se localisent dans le vallon colluvio-alluvial (BEH) et sur les glacis bas de pente (BEF) et moyenne pente (BEPE). Les BEH et les BEF sont très profonds, supérieurs à 120 cm ; tandis que les BEPE sont limités par des altérites de roche à partir de 98 cm de profondeur. À l'état humide, les BEPE sont de couleur brun foncé (10YR3/3) en surface. Par contre, les BEH sont brun jaunâtre (10YR5/6) et les BEF, brun jaunâtre foncé (10YR4/4). L'une des différences des bruns d'avec les autres types de sols est la présence des tâches dès les premiers et les deuxièmes horizons du sol. Elles sont de couleur jaune brunâtre (10YR6/6) pour les BEPE et rouge (2,5YR4/6 et 2,5YR5/8) respectivement pour les BEF et les BEH. Ces trois types de sols bruns présentent des textures argilo-limoneuses ou limono-argileuses en surface et argileuses en profondeur, avec des réserves en eau utiles très élevées. Excepté les BEH qui ont une charge graveleuse nulle, les BEPE ont des

éléments grossiers constitués de graviers et cailloux de quartz et de débris de roches. Les BEF sont essentiellement constitués de concrétions ferrugineuses et ferromanganiques sur tout le profil. Ce sont des sols très dures en surface, fermes à extrêmement fermes en profondeur (BEPE et BEF) et parfois friables de 0 à 26 cm et fermes au-delà (BEH). Ils présentent en général des structures polyédriques subangulaires, avec quelques variances. Les sols bruns du site ont une bonne porosité dans les horizons supérieurs et assez bonne en profondeur. Le drainage est modéré (BEPE) à imparfait (BEH et BEF). Les racines y sont assez nombreuses à abondantes, avec une activité biologique bien développée dans les horizons supérieurs et médians et peu développée au-delà (Tableau 6). La Figure 4 illustre les profils pédologiques des sols BEPE, BEH et BEF du site de Goundi-Djoro.

Les caractéristiques chimiques des sols BEPE, BEH et BEF

Le Tableau 7 montre que les trois sols bruns identifiés sur le site de Goundi-Djoro sont faiblement acides à neutres, avec des pH eau compris entre 6,1 et 7,3. Le taux de matière organique est moyen pour les BEPE (1,003%) et les BEH (1,079%), mais il est bas (0,63%) au niveau des BEF. Les BEPE et les BEF sont pauvres en azote total (0,048%) tandis que les BEH en sont moyennement pourvus (0,083%). Le rapport C/N des BEPE est légèrement élevé (12) et traduit une activité biologique intense et une bonne décomposition de la matière organique. Par contre, le rapport C/N des BEH et des BEF est élevé (13) signifiant ainsi une activité biologique réduite et une décomposition lente de la matière organique. Les sols bruns sont en général riches en bases échangeables, avec des CEC et des taux de saturation élevés. Néanmoins, les BEF du site sont moyennement riches en bases et leurs teneurs en CEC sont aussi moyennes. L'ensemble de ces caractéristiques chimiques révèle une

fertilité élevée des BEPE et des BEF et moyenne pour les BEH.

Récapitulatif des caractéristiques physico-chimiques des sols du site

Composition granulométrique et propriétés acido-basiques (pH eau) des sols

La composition granulométrique 3 fractions montre que 82% des sols ferrugineux tropicaux lessivés (FLIS, FLIPP et FLC) du site de Goundi-Djoro sont limono-sableux (texture grossière). La texture limono-argileuse et la texture limoneuse représentent chacune 9% des sols. Par contre, 50% des sols bruns eutrophes tropicaux (BEPE, BEH et BEF) du site a une texture argileuse. 37,5% et 12,5% de ces sols ont respectivement des textures limono-argileuses et argilo-limoneuses.

Quant aux propriétés acido-basiques, les résultats montrent que les 11 sols ferrugineux lessivés ont un pH eau moyen de 4,74. Ils sont donc très fortement acides. Certains de ces sols (les FLIS) sont extrêmement acides (4,4). À l’opposé, les sols bruns eutrophes tropicaux (8 au total) ont en

moyenne un pH faiblement acide à neutre (6,62).

Valeurs moyennes des éléments chimiques des sols du site

L’analyse de la Figure 5 montre que le taux moyen de la matière organique (MO) des sols ferrugineux lessivés est très bas (0,47%) ; tandis que celui des bruns eutrophes est moyen (1,10%). Les taux d’azote sont faibles (0,03%) pour les ferrugineux et moyens (0,06%) pour les bruns eutrophes. Leurs teneurs moyennes en phosphores assimilables sont très faibles, respectivement 3,65 ppm et 4,38 ppm. Quant au potassium disponible, il est moyen (68, 97 ppm) pour les ferrugineux et élevé (106,75 ppm) pour les bruns eutrophes.

Les sols ferrugineux lessivés (FLIS, FLIPP et FLC) du site de Goundi-Djoro ont des faibles teneurs en bases échangeables (3,62 méq/100 g) et en CEC (7,84 méq/100 g), avec un taux moyen de saturation en bases (46%). Tandis que, les sols bruns eutrophes (BEPE, BEH et BEF) sont riches en bases échangeables (11,29 méq/100 g), avec des teneurs élevées en CEC (15,66 méq/100 g) et des taux de saturation en bases élevés (71%), (Figure 5).

Tableau 4: Caractéristiques morphologiques des sols FLIS, FLIPP et FLC.

Caractères	FLIS (WRB, 2014 : Plinthosols épipétriques)	FLIPP (WRB, 2014 : Lixisols endopétriques)	FLC (WRB, 2014: Lixisols endogleyiques)
Position physiographique	Glacis haut de pente et moyenne pente	Glacis haut de pente et moyenne pente	Glacis moyenne pente
Prof/horizons	15 cm, sol induré	39 cm : 3 horizons	105 cm :4 horizons
Couleur	10YR3/4 brun jaunâtre foncé	10YR3/4 brun jaunâtre foncé	10YR5/2 couleur brun grisâtre
Texture	limono-sableuse	Limono-Sableuse	Limono-Sableuse
Éléments grossiers	Graviers ferro-manganiques (60 %).	Graviers ferro-manganiques, induration ferrugineuse en prof.	Graviers ferro-manganiques
Structure	Polyédrique subangulaire faiblement développée	Polyédrique subangulaire faiblement développée	Polyédrique subangulaire faiblement développée
Consistance	Dure	Dure en surface et très	Très dure

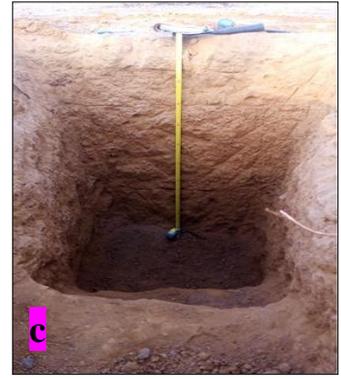
		dure en prof.	
Pores	Poreux	Poreux	Bonne porosité
Drainage	Normal	Normal	Normal
Réserve en eau utile (RU)	<3% Très faible	5,82% Moyenne	9,64% Moyenne
Racines	Peu nombreuses	Peu nombreuses	Peu nombreuses
Activité biologique	Bien développée	Bien développée	Bien développée

Source: Données terrain, Juin 2022, BASSOLE Z, appui technique du BUNASOLS

Profil d'un sol ferrugineux tropical lessivé superficiel (FLIS)

Profil d'un sol ferrugineux tropical lessivé peu profond (FLIPP)

Profil d'un sol ferrugineux tropical lessivé à concrétions (FLC)



Clichés : BASSOLE Z, Juin 2022.

Figure 3 : Profils pédologiques d'un FLIS (a), un FLIPP (b) et un FLC (c).

Tableau 5 : Les caractéristiques chimiques des sols FLIS, FLIPP et FLC.

Paramètres	FLIS (WRB, 2014 : Plinthosols épipétriés)	FLIPP (WRB, 2014 : Lixisols endopétriés)	FLC (WRB, 2014: Lixisols endogleyiques)
pH eau	4,4 : Extrêmement acide	5,14 : Fortement acide	5,264 : Fortement acide
MO (%)	0,5% : Bas	0,619% : Bas	0,445% : Très bas
C/N	9 : Normal	11 : Légèrement élevé	11 : Légèrement élevé
N (%)	0,081% : Moyen	0,033% : Bas	0,023% : Bas
P (ppm)	3,46 ppm : Très bas	4,84 ppm : Très bas	3,78 ppm : Très bas
K (ppm)	39,94 ppm : Bas	54,73 ppm : Moyen	47,89 ppm : Bas
SBE (méq/100g)	2,85 méq/100g : Bas	4,82 méq/100g : Bas	3,56 méq/100g : Bas
CEC (méq/100g)	7,19 méq/100g : Bas	8,6 méq/100g : Bas	8,64 méq/100g : Bas
TS (%)	40% : Bas	56% : Moyen	41% : Moyen

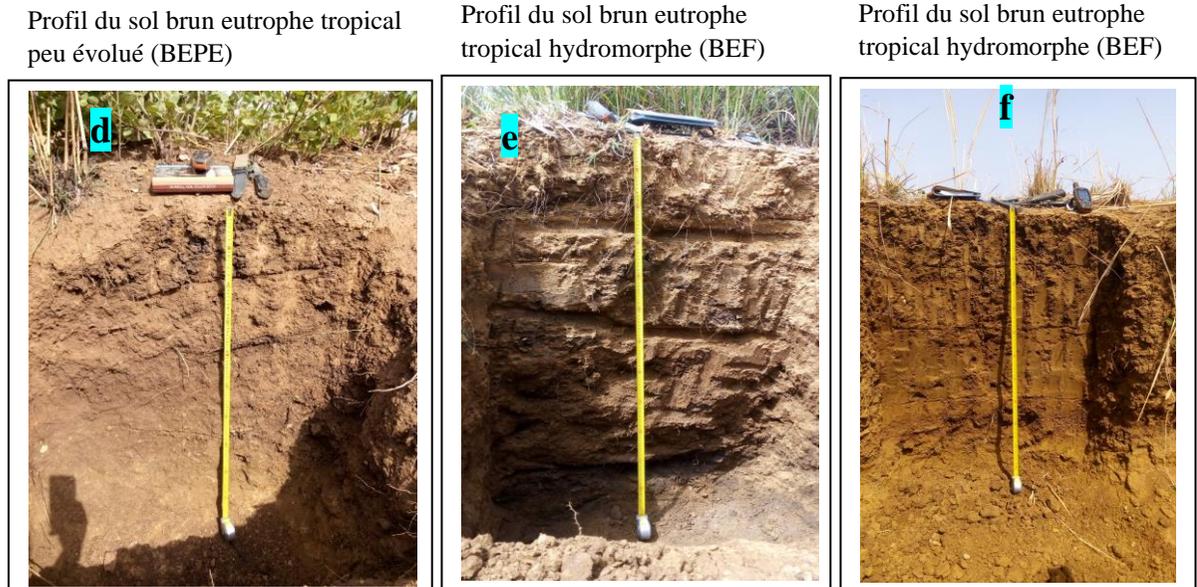
Source: Données terrain, Juin 2022, BASSOLE Z, appui technique du BUNASOLS

Légende : MO : Matière Organique ; N : Azote total ; P : Phosphore assimilable ; K : Potassium disponible ; SBE : Somme des Bases Echangeables ; CEC : Capacité d'Echange Cationique ; TS : Taux de Saturation en bases.

Tableau 6: Caractéristiques morphologiques des sols BEPE, BEH et BEF.

Types de sols	BEPE (WRB, 2014 : Cambisol endo-squelettique)	BEH (WRB, 2014 : Cambisol gleyique)	BEF (WRB, 2014: Cambisol ferrique)
Caractères			
Position physiographique	Glacis moyenne	Vallon colluvio-alluvial	Glacis bas de pente et moyenne pente
Prof/horizons	Profond (98 cm)/3 horizons, limités par des altérites de roche	Très profond, (120 cm)/4 horizons	Très profond, (>120cm)/4 horizons
Couleur	Surface : brun foncé (10YR3/3), profondeur : brun olive (2,5Y4/3)	Surface : brun jaunâtre (10YR5/6), horizons médians : brun olive clair (2,5Y5/4), profondeur : gris foncé (Gley N/4).	Surface : brun jaunâtre foncé (10YR4/4) , H2 : brun jaunâtre foncé (10YR3/6), H3 : jaune brunâtre (10YR6/6) et H4 : jaune olive (2,5Y6/8)
Tâches	10YR6/6 : jaune brunâtre au 2 ^{ème} horizon	Surface : rouge (2,5YR5/8), profondeur : gris foncé (Gley N/4)	Rouges (2,5YR4/6), au 2 ^{ème} horizon
Texture	Argilo-limoneuse en surface et argileuse au-delà.	Argilo-limoneuse en surface et argileuse en profondeur.	Limono-argileuse en surface et argileuse en profondeur
Éléments grossiers	Graviers et cailloux de quartz et de débris de roche à partir du 2 ^{ème} horizon jusqu'en profondeur.	Néant	Concrétions ferrugineuses et ferro-manganiques à un taux de 5 à 15% sur tout le profil
Structure	Polyédrique subangulaire moyennement développée (H1 et 2) et faiblement développée à massive (H3)	Polyédrique sub-angulaire fortement développée (H1), moyen (H 2 et 3) et faible (H4).	Polyédrique subangulaire faiblement développée (horizons 1, 2 et 3) et massive au-delà
Consistance	Dure en surface et ferme à extrêmement ferme en profondeur	Friable de 0 à 26 cm et ferme au-delà	Très dure en surface et ferme à extrêmement ferme en profondeur
Pores	Bonne porosité de 0 à 41 cm et assez bonne au-delà.	Nombreux dans les horizons supérieurs et assez nombreux en profondeur	Nombreux en surface et peu nombreux en profondeur.
Drainage	Modéré	Imparfait	Modéré à imparfait
Réserve en eau utile (RU)	18,22% Très élevée	22,60% Très élevée	13,10% Élevée
Racines	Abondantes (horizons 1 et 2), très peu nombreuses à rares en profondeur.	Nombreuses de 0 à 50 cm, assez nombreuses au-delàs	Assez nombreuses de 0 à 40 cm, très peu nombreuses à rares au-delà.
Activité biologique	Bien développée (H1 et 2) et moyennement développée au-delà.	Bien développée (H1 et 2) et peu développée au-delàs.	Bien développée (H1 et 2), assez bien développée (H3)et peu (H4)

Source: Données terrain, Juin 2022, BASSOLE Z, appui technique du BUNASOLS



Clichés : BASSOLE Z, Juin 2022

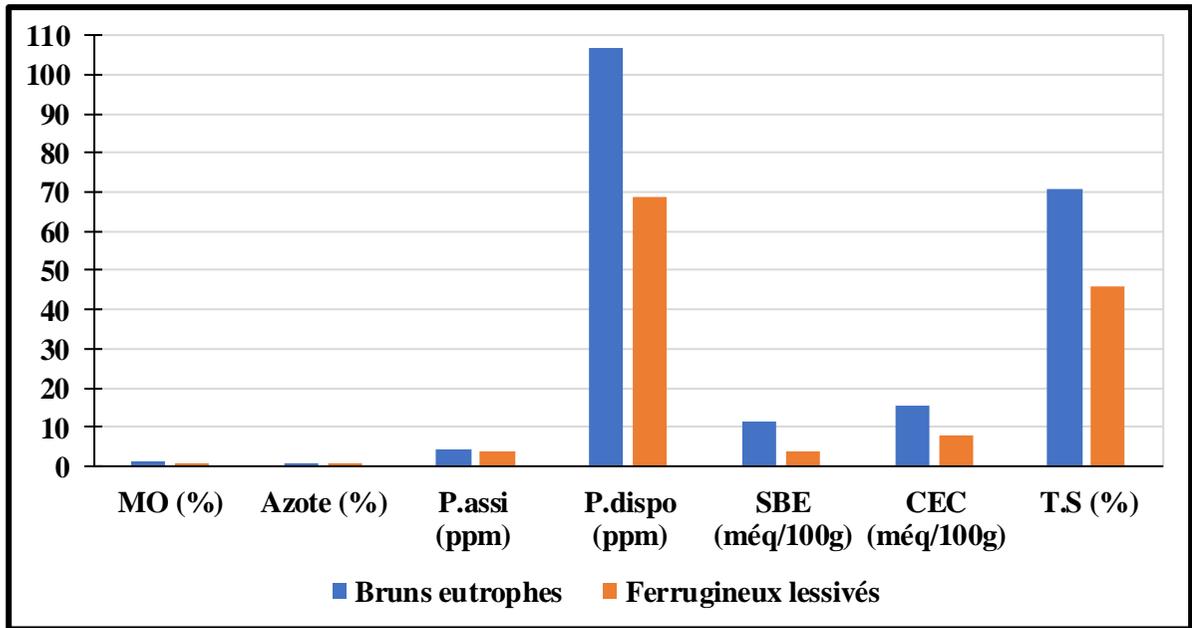
Figure 4 : Profils pédologiques d'un BEPE (d), un BEH (e) et un BEF (f).

Tableau 7 : Les caractéristiques chimiques des sols BEPE, BEH et BEF.

Types de sols	BEPE (WRB, 2014 : Cambisol endo-squelettique)	BEH (WRB, 2014 : Cambisol gleyique)	BEF (WRB, 2014: Cambisol ferrique)
Paramètres			
pH eau	6,34 : Faiblement acide à neutre	6,51 : Faiblement acide à neutre	7,07 : faiblement acide à neutre
MO (%)	1,003% : Moyen	1,079% : Moyen	0,63% : Bas
C/N	12 : Légèrement élevé	13 : Elevé	13 : Elevé
Azote (%)	0,048% : Bas	0,083% : Moyen	0,048% : Bas
P (ppm)	5,12 ppm : Bas	5,47 ppm : bas	4,31 ppm : Très bas
K (ppm)	70, 37ppm : moyen	129, 99 ppm : élevée	83, 98 ppm : Moyen
SBE (méq/100g)	14,06 méq/100g : élevée	12,81 méq/100g : élevée	6,6 méq/100g : moyenne
CEC (méq/100g)	18,95 méq/100g : élevée	17,21 méq/100g : élevée	10,43 méq/100g : moyenne
TS (%)	74% : élevé	74% : élevé	63% : élevé

Source: Données terrain, Juin 2022, BASSOLE Z, appui technique du BUNASOLS

Légende : MO : Matière Organique ; N : Azote total ; P : Phosphore assimilable ; K : Potassium disponible ; SBE : Somme des Bases Echangeables ; CEC : Capacité d'Echange Cationique ; TS : Taux de Saturation en bases.



Source: Données terrain, Juin 2022, BASSOLE Z, appui technique du BUNASOLS.

Légende : MO : Matière Organique ; P.assi : Phosphore assimilable ; P.dispo : Potassium disponible ; SBE : Somme des Bases Echangeables ; CEC : Capacité d'Echange Cationique ; T.S : Taux de Saturation en bases.

Figure 5 : Variations des teneurs moyennes des paramètres chimiques des sols du site.

DISCUSSION

Caractéristiques morphologiques des sols ferrugineux lessivés (FILS, FLIPP et FLC)

Les sols ferrugineux lessivés du site de Goundi-Djoro sont faiblement et peu profonds. Ils sont très durs et parfois extrêmement durs avec une induration ferrugineuse en profondeur. Leurs charges graveleuses sont constituées d'importants graviers ferro-manganiques, avec une structure polyédrique subangulaire faiblement développée. Ces éléments grossiers peuvent constituer une contrainte pour le travail de terre en agriculture. Les travaux du bureau national des sols du Burkina Faso dans la province du Sanguié (BUNASOLS, 2003) et dans les localités de Bolonghin, Baguemnini, Koumda et Nacombogo (BUNASOLS, 2004) ont montré les contraintes physiques des sols ferrugineux lessivés (les FLIS et les FLIPP) au développement des cultures. En effet, La

faible profondeur utile, la consistance très ou extrêmement dure, la texture grossière (limono-sableuse), la faible capacité de rétention en eau et la quantité importante d'éléments grossiers (graviers ferro-manganiques) de ces sols ne favorisent pas une bonne croissance des cultures.

Caractéristiques morphologiques des sols bruns eutrophes tropicaux (BEPE, BEH et BEF)

Les sols bruns eutrophes répertoriés sur le bas-fond de Goundi-Djoro sont en général très profonds, supérieurs à 120 cm. Leurs couleurs de type brun foncé (10YR3/3) et brun jaunâtre foncé (10YR4/4), en surface sont des indicateurs d'une bonne fertilité. La présence des tâches dès les premiers et les deuxièmes horizons du sol est signe d'un drainage modéré à imparfait. Ces sols présentent des textures fines : argilo-

limoneuses ou limono-argileuses en surface et argileuses en profondeur. Ces caractéristiques morphologiques indiquent que les sols bruns eutrophes du site de l'étude disposent de bonnes potentialités agricoles. En effet, ils ont des réserves en eau utile très élevées et présentent de bonnes conditions d'enracinement pour les cultures. Ces résultats confirment ceux du BUNASOLS (2003 et 2004).

Cependant, certains bruns eutrophes (BEPE et BEF) du site sont très dures en surface et fermes en profondeur. Leurs charges graveleuses sont constituées de graviers de quartz et de concrétions ferromanganiques. Ces résultats sont conformes à ceux obtenus par Yao-Kouamé *et al.* (2011). Selon ces chercheurs, les sols bruns eutrophes développés sur les complexes volcano-sédimentaires à Blafo, en Côte d'Ivoire, sont handicapés par leurs très fortes teneurs en éléments grossiers.

Composition granulométrique des sols

Les résultats montrent que 82% des sols ferrugineux tropicaux lessivés (FLIS, FLIPP et FLC) du site de Goundi-Djoro ont une texture grossière, limono-sableuse. Ces résultats corroborent ceux de Coulibaly *et al.* (2020) qui ont trouvé que les sols ferrugineux tropicaux sont riches en limons et en sables fins. Des résultats presque similaires ont aussi été obtenus par Hassimiou *et al.* (2020), ayant montré que les sols du site de Sakey koira Tegui au Niger ont une texture grossière, sablo-limoneuse à dominance sableuse (72,32%). Une texture grossière (limono-sableuse ou sablo-limoneuse) peut avoir des conséquences sur les propriétés physico-chimiques des sols. Des recherches ont montré qu'une quantité importante de limon dans les sols peut entraîner la formation d'une croûte très dure, s'ils sont cultivés, réduisant ainsi leurs capacités de rétention en eau. Mais lorsque le sable domine, les sols deviennent

secs et pauvres en substances nutritives (Väderstad, 2022).

Les sols bruns eutrophes du site présentent des textures fines (argile, argilo-limoneux et limono-argileux), avec un taux d'argile compris entre 31,37 et 52,94%. 50% des sols bruns eutrophes du site a une texture argileuse. 37,5% et 12,5% de ces sols ont respectivement des textures limono-argileuses et argilo-limoneuses. Ces sols sont localisés au niveau des lits majeurs et mineurs des cours d'eau et des bas glacis. Les recherches de Akassimadou et Yao-Kouamé (2014) ont montré la prédominance de l'argile dans les sols du bas-fond étudié, soit 37,45%, contre 31,23% des limons totaux et 30,50% des sables totaux. De même, Tahirou *et al.* (2022) confirment la prédominance de l'argile par rapport aux taux du sable et du limon dans les sols. L'argile joue un rôle important dans le sol. Elle consolide les agrégats du sol et lui permet de mieux résister à l'érosion hydrique.

Propriétés acido-basiques (pH eau) des sols

Les sols ferrugineux lessivés du site de Goundi-Djoro sont très fortement acides (FLIPP et FLC) et extrêmement acides (FLIS). Ces résultats confirment ceux obtenus par Konkobo *et al.* (2022), relevant que 55,9% de la superficie de la commune de Kouka est couverte par des sols fortement acides. Ces auteurs mentionnent que l'une des causes de l'acidification des sols serait l'application excessive d'éléments chimiques tels que les engrais minéraux acidifiants pour pallier au déficit des sols en éléments nutritifs (Azote, Phosphore et Potassium). Les travaux de Hassimiou *et al.* (2020) ont aussi mentionné l'acidification des sols avec des pH variant de 5,1 à 5,53 sur l'ensemble des horizons.

Par contre, les sols bruns eutrophes sont faiblement acides à neutres, avec un pH eau de 6,62. Ces résultats sont en conformité avec ceux de Segda *et al.* (2014) dont les travaux ont montré que les valeurs du pH

(6,60) du sol brun eutrophe tropical de Bagré, au Burkina Faso, se situent dans la plage "faiblement acide à neutre". Un tel niveau de pH serait lié à la position physiographique des sols bruns, localisés dans le vallon colluvio-alluvial et sur les glacis bas de pente. Ce résultat corrobore celui de Da et al. (2008), selon lequel, les sols des bas-fonds et des dépressions sont faiblement acides, avec des pH, respectivement de 6,2 et 6,24. De nombreux auteurs sont parvenus à des résultats selon lesquels, un pH faiblement acide à neutre serait favorable au développement des cultures céréalières, notamment le riz pluvial (BUNASOLS, 2005 ; Segda et al., 2014). Le pH des sols bruns eutrophes du site de l'étude respecte cette condition.

Valeurs moyennes des éléments nutritifs des sols (MO, N, P, K)

Les résultats des analyses montrent que les sols ferrugineux lessivés du site de Goundi-Djoro sont très pauvres en matière organique (0,47%) et en phosphore assimilable (3,65 ppm). Ils sont pauvres en azote (0,03%), mais moyennement pourvus en potassium disponible (68,97 ppm). Ces résultats corroborent ceux du CILLS, (2001) qui ont révélé que les sols des pays sahéliens sont très pauvres en matière organique, en azote et en phosphore, le potassium étant souvent assez bien représenté. Nos résultats confirment aussi ceux trouvés par Kissou et al., (2018) qui ont indiqué que dans la zone soudano-sahélienne, les sols ferrugineux tropicaux sont caractérisés par une déficience en éléments organo-minéraux. Les faibles teneurs de ces éléments majeurs traduisent une réduction du niveau de la fertilité des sols. Le même constat est fait par Tahirou et al., (2022). Ces auteurs ont montré que la faible teneur en azote constitue un facteur limitant pour le rendement des céréales.

Les résultats obtenus de cette étude montrent aussi que les sols bruns eutrophes sont très pauvres en phosphore assimilable. Cependant, ils sont moyennement riches en azote et en matière organique. Il ressort des résultats que le phosphore assimilable constitue une contrainte majeure à la fois des sols ferrugineux lessivés (3,65 ppm) et des sols bruns eutrophes (4,38 ppm). Cette réalité est partagée par Hassimiou et al. (2020) qui ont indiqué que le phosphore assimilable des sols de Sakey koira Tegui présente des proportions faibles sur l'ensemble des horizons avec une valeur moyenne de 7,35 ppm.

Teneurs moyennes des bases échangeables, de la CEC et du taux de saturation

Les sols ferrugineux lessivés (FLIS, FLIPP et FLC) du site de Goundi-Djoro ont des faibles teneurs en bases échangeables (3,62 méq/100 g) et en CEC (7,84 méq/100 g), avec un taux moyen de saturation en bases (46%). Ces résultats confirment ceux du BUNASOLS (2005).

Par contre, les sols bruns eutrophes (BEPE, BEH et BEF) sont riches en bases échangeables (11,29 méq/100 g), avec des teneurs élevées en CEC (15,66 méq/100 g) et des taux de saturation élevés en bases (71%). De nombreuses études ont confirmé la richesse des sols bruns eutrophes en bases échangeables et en CEC. Les fortes teneurs de ces deux paramètres s'expliquent par la présence d'argile dans les sols. En effet, selon Väderstad (2022), les sols avec 40% d'argile ont une grande capacité de rétention en eau et des teneurs très élevées en substances nutritives. Cependant, à l'état très humide, ces sols sont difficiles à travailler, avec des risques de compaction.

Conclusion

La présente étude réalisée à l'échelle 1/20.000^e a permis de déterminer les

caractéristiques morphologiques et les propriétés physico-chimiques des sols ferrugineux tropicaux lessivés et des sols bruns eutrophes tropicaux du bas-fond de Goundi-Djoro. Elle a aussi fait ressortir les potentialités et les contraintes agricoles des sols. Les résultats obtenus montrent que les sols ferrugineux lessivés du site (FLIS, FLIPP et FLC) ont une faible profondeur utile, une consistance très dure à extrêmement dure et une texture grossière (limono-sableuse). Ils présentent de très faibles réserves en eau utile et des charges graveleuses constituées de graviers ferro-manganiques. Ces caractéristiques morphologiques ne sont pas favorables au développement des cultures. Par contre, les sols bruns eutrophes tropicaux présentent en général des caractéristiques favorables aux cultures. Ils sont très profonds, moins durs et parfois friables, avec des textures fines (argileuse, argilo-limoneuse et limono-argileuse). Leurs charges graveleuses sont moyennes et parfois nulles. Ils présentent une très bonne capacité de rétention en eau utile et de bonnes conditions d'enracinement pour les cultures. Sur le plan chimique, les sols ferrugineux tropicaux lessivés ont un faible niveau de fertilité. Leurs pH eau sont très fortement à extrêmement acides. Les teneurs en matière organique, en azote et en bases échangeables sont faibles. Avec de très faibles teneurs en phosphore assimilable, les ferrugineux lessivés sont moyennement pourvus en potassium disponible. La matière organique, le phosphore assimilable, l'azote, les bases échangeables et la CEC sont donc les facteurs limitatifs majeurs des sols ferrugineux lessivés. Les sols bruns quant à eux, ont une fertilité chimique élevée dans l'ensemble. Ce sont des sols faiblement acides à neutres et riches en bases échangeables, avec des taux de saturation élevés. Cependant, ils sont très pauvres en phosphore assimilable et moyennement riches en matière organique et en azote. Le phosphore assimilable

constitue ainsi une contrainte sévère au niveau de ces sols ; alors que la matière organique et l'azote présentent des contraintes moyennes. Les sols du site de Goundi-Djoro ont donc besoin d'apport en fumure organique et en engrais minéraux (NPK), afin d'améliorer leurs niveaux de fertilité. La protection de ces sols par des diguettes antiérosives simples ou végétalisées serait aussi bénéfique car elles y sont presque inexistantes. Les résultats de cette étude pourraient servir à un aménagement agricole du bas-fond de Goundi-Djoro et, partant, de faire une évaluation des aptitudes des sols aux différentes cultures produites par les populations.

CONFLITS D'INTÉRÊTS

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

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

ZB a conduit l'étude sur le terrain, collecté les données, fait l'analyse et l'interprétation des données et la rédaction du manuscrit. IPY et FTI ont encadré, orienté l'étude et corrigé le manuscrit.

REMERCIEMENTS

Les remerciements s'adressent aux propriétaires terriens de Goundi-Djoro qui ont mis à notre disposition leurs terres pour l'ouverture des fosses pédologiques et le prélèvement des échantillons de sols. Nous remercions aussi les techniciens du Bureau National des Sols du Burkina Faso qui ont apporté un appui technique pour les analyses des échantillons de sols au laboratoire.

RÉFÉRENCES

- Akassimadou EF, Yao-Kouamé A. 2014. Caractéristiques morphopédologiques et potentiels d'un sol de bas-fond secondaire développé sur granito gneiss en région de savane guinéenne (centre de

- Côte d'Ivoire). *Journal of Applied Biosciences*, **79**: 6968-6982. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v79i1.17>
- Akpo MA, Saïdou A, Yabi I, Balogoun I, Bigou BBL. 2016. Indicateurs paysans d'appréciation de la qualité des sols dans le bassin de l'Okpara au Bénin. *Etude et Gestion des Sols*, **23**: 53-64. <http://researchGateIOS.fr>
- Bacé B, Kambiré HS, Somé AS. 2019. Effets des pratiques paysannes de fertilisation sur les caractéristiques chimiques d'un sol ferrugineux tropical lessivé en zone cotonnière à l'Ouest du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **13**(6): 2930-2941. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i6.39>
- Biga I, Boubacar MM, Oumani AA, Ali M. 2021. Perceptions et stratégies paysannes de gestion de la fertilité des sols dans la Région de Tillabery de l'ouest du Niger. *International Journal Advanced Research (IJAR)*, **9**(4): 740-751. <http://dx.doi.org/10.21474/IJAR01/12760>
- BUNASOLS (Bureau National des Sols) du Burkina Faso. 2003. Etude morpho-pédologique de la province du Sanguié. Echelle 1/100.000è. Rapport technique n°124, 57 p.
- BUNASOLS. 2004. Etude pédologique des bas-fonds de Bolonghin, Koumda, Baguennini, Wargogo, Babdo, Sandéba, Nacombogo, Ezouga (province de Bazega) et de Bidougou, Damanégomdé (province du Kadiogo), échelle 1/10 000è, 87 p.
- BUNASOLS. 2005. Restauration et maintien de la fertilité des sols au Burkina Faso, document technique n°10, 45 p.
- Comité permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS). 2001. Les aptitudes agricoles et pastorales des sols dans les pays du CILSS, 165 p.
- Compaoré H, Ilboudo S, Bama-Nati AD, Balima-Dama MM. 2019. Les risques sanitaires liés à l'utilisation des pesticides dans les bas-fonds rizicoles de la commune de Dano, province du Ioba, Burkina Faso. *African Crop Science Journal*, **27**(4): 557-569. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/acsj.v27i4.2>
- Coulibaly K, Traoré M, Guiro A, Bacé B, Nacro HB. 2020. Relation entre la fertilité du sol et la productivité de l'eau de pluie sur le maïs (Burkina Faso). In *Risques Climatiques et Agriculture en Afrique de l'Ouest*, Sultan B, Bossa AY, Salack S, Sanon M (eds). IRD Éditions, Collection Synthèses : Marseille ; 75-84.
- Da DEC, Yacouba H, Yonkeu S. 2008. Unités morpho-pédologiques et gestion de la fertilité des sols dans le Centre-Nord du Burkina Faso par les populations locales. *International Journal of Biological and Chemical Sciences.*, **2**(3): 306-315. DOI: 10.4314/ijbcs.v2i3.39746.
- FAO/WRB. 2015. Base de référence mondiale pour les ressources en sols 2014 : système international de classification des sols pour nommer les sols et élaborer des légendes de cartes pédologiques. Mise à jour 2015. Rapport sur les ressources en sols du monde N° 106. FAO, Rome, 216 p.
- Hassimiou HD, Halidou D, Abdou MM, Alzouma MZ. 2020. Caractérisation du sol du site dégradé de Sakey koira Tegui au Niger pour un meilleur reboisement avec *Acacia senegal*. *Int. J. Biol. Chim. Sci.*, **14**(4): 1470-1478. DOI: <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v14i4.24>
- Huber G, Schaub C. 2011. La fertilité des sols: L'importance de la matière organique, Agricultures et Territoires, Chambre d'agriculture du Bas-Rhin (France), guide technique, 42 p

- Institut Géographique du Burkina (IGB). 2012. Base Nationale de Données Topographiques (BNDT) de 2012.
- Institut National de la Statistique et de la Démographie (INSD). 2022. Cinquième Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH) du Burkina Faso, synthèse des résultats définitifs, Ouagadougou, 134 p.
- Kaboré F, Hien E, Maré T.B, Ouattara K, Zombré PN. 2020. Caractéristiques morphopédologiques et potentialités agricoles de sols développés sur roches dolomitiques dans le bassin de Taoudéni au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **14**(6): 2333-2351. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v14i6.32>
- Kchouk S, Braiki H, Habaieb H, Burte J. 2015. Les bas-fonds de la plaine de Kairouan : de terres marginalisées à lieux d'expérimentation agricole. *Cah. Agric.*, **24**(6) : 404-411. DOI: 10.1684/agr.2015.0790.
- Kissou R, Gnankambary Z, Nacro HB, Sédogo MP, Sédogo MP. 2018. Classification locale et utilisation des sols en zone sahélienne au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **12**(1) : 610-617. DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i1.46>
- Kissou R, Traoré E, Gnankambary Z, Nacro HB, Sédogo MP. 2014. Connaissance endogène de la classification et de la fertilité des sols en zone Sud-Soudanienne du Burkina Faso. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* [Online], **14**(1). DOI : <https://doi.org/10.4000/vertigo.14616>.
- Konkobo J, Bassolé Z, Ouédraogo J. 2022. Caractérisation de l'acidification des sols dans la commune rurale de Kouka, au nord-ouest du Burkina Faso. *Géovision, Revue du Laboratoire Africain de Démographie et des Dynamiques Spatiales*, n° 007 : 27-38.
- Koulibaly B, Dakuo D, Traoré M, Traoré O, Nacro HB, Lompo F, Sédogo MP. 2016. Effets de la fertilisation potassique des sols ferrugineux tropicaux sur la nutrition minérale et la productivité du cotonnier (*Gossypium hirsutum* L.) au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **10**(2): 722-736. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i2.22>.
- Lavigne-Delville P, Robin J. 2019. Aménagement de bas-fonds, politique de l'aménageur et recompositions foncières ; le cas de Lofing au Burkina Faso ». *Cah. Agric.*, **28**(18) : 1-8. DOI : <https://doi.org/10.1051/cagri/2019018>
- Mairie de Réo. 2019. Plan Communal de Développement 2020-2024 de la Commune de Réo, version finale, 171 p.
- Ouédraogo A, Kaboré F, Kaboré O. 2022. Perception de la fertilité des sols et stratégies d'adaptation des producteurs agricoles à Samandéni (Burkina Faso). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **16**(4): 1536-1553. DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v16i4.15>
- Pallo FJP, Sawadogo N, Zombré NP, Sedogo MP. 2009. Statut de la matière organique des sols de la zone nord-soudanienne au Burkina Faso. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **13**(1) : 139-142.
- Sanogo S. 2019. Logiques paysannes d'exploitation des bas-fonds dans la commune rurale de Bilanga (Région Est du Burkina Faso). *Revue Ivoirienne de Géographie des Savanes.*, n°6 : 370-390. <http://www.riges-uao.net>
- Segda Z, Yaméogo LPY, Bonzi M, Sédogo MP. 2014. Le carbone et l'azote dans les différentes fractions granulométriques d'un sol brun eutrophe tropical sous irrigation de Bagré au Burkina Faso : effets de modes d'apports différents de matières organiques et minérales. *Journal of Applied Biosciences*, **78** :

- 6743-6752. DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v16i2.26>
<http://dx.doi.org/10.4314/jab.v78i1.6>
Serpantié G, Dorée A, Fusillier JL, Moity-Maizi P, Lidon B, Douanio M, Sawadogo A, Bossa AY, Hounkpè J. 2019. Nouveaux risques dans les bas-fonds des terroirs soudaniens. Une étude de cas au Burkina Faso. *Cah. Agric.*, **28**(19) : 1-10. DOI : <https://doi.org/10.1051/cagri/2019020>
- Souberou TK, Barre OI, Yabi I, Ogouwale E. 2018. Fondements géographiques de la valorisation agricole des bas-fonds au sud du bassin versant de l'Oti (Bénin). *European Scientific Journal*, **21**(14) : 136-154. DOI : <http://dx.doi.org/10.19044/esj.2018.v14n21p136>
- Tahirou S, Zerbo P, Ouattara S, Ado MN. 2022. Caractérisation des paramètres physico-chimiques du sol de la zone rizicole de Saga (Niamey) dans la vallée du fleuve Niger. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **16**(2) : 842-854. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v16i2.26>
<http://www.ifgdg.org>.
- Väderstad. 2022. Caractéristiques des différents types de sols, www.vaderstad.com/fr
- Yaméogo A. 2021. Caractérisation de la dynamique érosive dans le bassin versant supérieur de la Sissili (Burkina Faso), Thèse de Doctorat unique de Géographie, Université Norbert Zongo, Burkina Faso, 254 p.
- Yao-Kouamé A, Koné B, Gala Bi TJ. 2011. Caractérisation morpho-pédologique des sols bruns eutrophes développés sur les complexes volcano-sédimentaires ouest africains du birrimien à Blafo en Côte d'Ivoire. *Africa Geoscience Review*, **18**(1) : 23-32. <https://www.academia.edu>
- Zoungrana TP. 2010. Les stratégies d'adaptation des producteurs ruraux à la variabilité climatique dans la cuvette de Ziga au centre du Burkina Faso. *Annales de l'Université de Ouagadougou-série A.*, **011** : 585-606.