



Attributs physico-chimiques et contrainte à la productivité agricole des sols du site manganésifère de Lauzoua (Guitry) en Côte d'Ivoire

¹Nangah K. Y., ²Yao-Kouamé A., ²Yao G. F., ²Kouakou Y. K. N., ²Alui K. A. et ¹Savane I.

¹ Laboratoire Géoscience et Environnement, UFR Science et Gestion de l'Environnement, Université d'Abobo-Adjamé, 01 BP 802 Abidjan 01 Côte d'Ivoire

² Département de pédologie, UFR Science de la Terre et de Ressources Minières, Université de Cocody, 06 BP 688 Abidjan 06

*Auteur pour les correspondances : (225) 06188541 nangahk@yahoo.fr Krogba@gmail.com

Originally Submitted on 10th October 2011. Published online at www.m.elewa.org on February 27, 2012.

RESUME

Objectif : Les sols de la région de Guitry issu de matériaux volcano-sédimentaire ont fait l'objet de cette étude pour leur occurrence en manganèse. Cette étude a été conduite dans un souci de réalisation de l'état des potentialités des sols manganésifère de Côte d' Ivoire avant de les soumettre à exploitation.

Méthodologie et résultat : Deux toposéquences ont été implantées et les fosses pédologiques sont disposées en fonction des segments topographiques. Au total, 34 échantillons de sols ont été convoyés au laboratoire pour les analyses courantes de pédologie. Les résultats obtenus montrent que les sols sont à dominance limoneuse avec des pH inférieur à 5,5. La matière organique et les cations en bases sont faibles. Les faibles teneurs en matière organique, les faibles valeurs de pH et de bases échangeables pourraient constituer des risques essentiels à une bonne productivité agricole.

Conclusion et application : Il serait profitable pour ces sols d'adopter des techniques agricoles permettant de rehausser le pH. Cela contribuerait à la libération de certains éléments chimiques tout en jouant un rôle bénéfique sur les rendements. Le chaulage devra donc être appliqué pour ces sols en vue d'améliorer les rendements.

Mots clés : Fertilité, Sol manganésifère, CEC, pH, Matière organique.

ABSTRACT

Objective: The soils of Guitry which are from volcano-sedimentary materials were the subject of this study for their occurrence in manganese. This study was conducted with a view to achieving the potential status of manganiferous soil of Ivory Coast before submitting for exploitation.

Methodology and results: Two toposequences were implemented and the soil pits were arranged based on the topographic segments. Thirty four (34) soil samples were taken to the laboratory for routine soil science analysis. The results showed that the soils were predominantly loam with a pH below 5.5. Organic matter and cations were low in bases. The low organic matter content, low pH and exchangeable bases may pose a risk to good agricultural productivity.

Conclusion and application: It would be beneficial for these soils to adopt farming techniques that raise the pH. This would contribute to the release of certain chemicals while playing a beneficial role on productivity.

Keywords: Fertility, manganiferous Soil, CEC, pH, organic matter.

INTRODUCTION

En région tropicale humide, la mise en valeur des terres rencontre des difficultés liées souvent à l'inadéquation des pratiques utilisées, par rapport aux caractéristiques des sols (Mbonigaba *et al.*, 2009). Dans de nombreux cas, le non prise en compte des contraintes physiques et chimiques est préjudiciable à l'exploitation de ceux-ci. Pourtant, il est connu depuis très longtemps, que certains paramètres du sol jouent un rôle capital dans la gestion de la nutrition végétale et qu'un approvisionnement adéquat en éléments nutritifs dépend de leur optimisation (Troeh et Thompson, 2005). Par ailleurs, la connaissance des facteurs limitant constitue un préalable important dans la recherche d'une production agricole efficiente tant sur les plans agronomique, économique qu'environnementale. Cette dernière recommande une utilisation et une gestion des sols basées sur des diagnostics fiables (Dahnke et Olson, 1990 ; Parent et Dafir, 1992). C'est dans cette optique que les travaux ont été menés sur les sols de Guitry. En effet, les sols de cette zone sont issus de matériaux volcaniques et sont des sites d'extraction de manganèse. Or, les travaux d'Edou-Minko (2003), réalisés sur les sols du

plateau manganésifère d'Okouma en zone équatoriale ont mis en évidence une acidité et une pauvreté en ions basiques dans ces sols, tandis que très peu d'informations sont aujourd'hui disponibles sur les indicateurs chimiques et physiques s'agissant des sols issus des zones manganésifères de Côte d'Ivoire, en particulier ceux de Lauzoua, à Guitry.

Ce travail s'inscrit donc dans un programme de recherche qui vise à faire l'état des potentialités des sols des sites manganésifères de Côte d'Ivoire, avant de les soumettre à l'exploitation de plus en plus grandissante du manganèse en vue de conseiller les populations rurales sur les types de mise en valeur agricoles auxquelles ils peuvent s'adonner, à la fermeture du chantier minier. Il s'agit plus spécifiquement de :

- évaluer les caractéristiques physiques et chimiques actuelles des sols manganésifères de Lauzoua (Guitry) ;
- relever les principales contraintes à la production de ces sols ;
- formuler les recommandations relatives à leur amélioration et exploitation durable.

MATERIEL ET METHODES

Zone d'étude : L'étude a été réalisée dans le département de Guitry, au Sud de la Côte d'Ivoire. La zone est située au niveau de l'ex-mine de « Mokta » de coordonnées 05°23'00.9"Ouest et 05°20'06.5"Nord, sous un climat de type équatorial (sous climat attéen), avec une pluviométrie variant entre 1400 à 2500 mm/an. Ce climat se singularise par une température moyenne annuelle de 25 à 33°C, avec un taux d'humidité de 80 à 90%. La végétation est de type forêt dense humide sempervirente. Les sols de cette zone sont issues de l'altération de matériaux volcano-sédimentaire constitués essentiellement de tufs, de quartzites, des métaarénites, des ampélites, des ampélites manganésifères (gondites), de métarhyolites.

Echantillonnage des sols et codification des horizons : Deux toposéquences ont été étudiées selon la méthode de Boulet *et al.* (1982). Les fosses, réalisées exclusivement sous végétation naturelle, sont réparties par position topographique (Haut de versant, Moyen versant et Bas de versant). Au total, 34 horizons

ont été décrits dans ces fosses, en tenant compte des caractères d'hétérogénéité dans le solum (couleur, caractères physiques et morphologiques). Les horizons, d'épaisseur différente, qui ont été identifiés dans les solums ont été codifiés par la suite en créant des classes de profondeur, notées P1 (0-20 cm), P2 (20-60 cm), P3 (60-80 cm) et P4 (80-120 cm). La profondeur attribuée à ces codes répond aux critères d'épaisseur de l'horizon organique (0-20 cm) des sols tel que décrit par Diatta (1996), ainsi qu'à ceux des profils racinaires des cultures vivrières, à savoir : 0-60 cm pour les cultures vivrières à enracinement moyennement profond, 0-80 cm pour celles à enracinement profond ou très profond (0-150 cm), selon les travaux de Böhm (1976). Ainsi, chaque horizon est inclus dans une tranche de profondeur (P1, P2, P3 et P4) correspondant à son code.

Analyses physico-chimiques : L'analyse granulométrique a été effectuée par la méthode densimétrique, à l'aide de la pipette de Robinson (Gee

et Bauder, 1986). Cinq classes granulométriques ont été séparées : argiles (0-2 µm) ; limons fins (2-20 µm) ; limons grossiers (20-50 µm) ; sables fins (50-200 µm) ; sables grossiers (200-2000 µm). Les mesures de pH ont été effectuées par électrométrie, dans une suspension de sol dans l'eau, pour le pH-H₂O, et dans une solution normale de chlorure de potassium (KCl), pour le pH-KCl, selon un rapport sol-solvant de 1 / 2,5 (Thomas, 1996). Le carbone organique (Corg) a été dosé selon la méthode de Walkley et Black (1934), le résultat a été converti en matière organique (MO) du sol en utilisant le facteur 1,724 (MO = Corg x 1,724). Quant à l'azote total, il a été déterminé par la méthode Kjeldahl (Bremner, 1996). Les bases échangeables et la capacité d'échange cationique ont été dosées dans une solution d'extraction à l'acétate d'ammonium

(CH₃COOH 1N) tamponnée à pH 7 (Thomas, 1982). Le Phosphore assimilable a été déterminé par la méthode Olsen modifié Dabin. Quant au phosphore total, il a été déterminé par colorimétrie, après extraction à l'acide perchlorique (Olsen et Sommers, 1982).

Analyses Statistiques : Les données ont été traitées statistiquement à l'aide du logiciel Statistica 7.1. L'analyse de variance (ANOVA) avec le PPDS (Plus Petite Différence Significative) a été appliquée aux données pour tester les différences entre les propriétés de sols le long des niveaux (segments) topographiques. Les relations linéaires des coefficients ont été établies en utilisant le test de corrélation de Pearson à 5%, 1% et 0,1% de significativité (Pimentel Gomez et Garcia, 2002).

RESULTATS ET DISCUSSION

Granulométrie : Le limon est de façon générale, la fraction granulométrique la plus représentative sur le site d'étude dans la couche arable mais, les teneurs en argile sont plus fournies au niveau du bas de versant (tableau 1). Cela pourrait s'expliquer par les phénomènes d'entraînement et de lessivage favorisé par la position topographique. Dans ces sols, le sable

reste la fraction la moins représenté. Selon les limites des classes granulométriques les sols étudiés entrent dans la classe de textures équilibrées (Shein, 2009). Il n'y a pas de différence significative entre les différentes teneurs des niveaux topographiques, les légères variations sont attribuées à la variabilité spatiale des sols ainsi qu'à la variation topographique.

Tableau 1 : Composition granulométrique suivant les limites des tailles des particules d'argile, de limon et de sable des sols en fonction du niveau topographique et de la profondeur

Niveau de versant	Horizon	Argile (%) M ± ES	Limon(%) M ± ES	Sable(%) M ± ES	Texture
Haut versant	P ₁	20 ± 6	48 ± 2	32 ± 5	Limoneux (Loam)
	P ₂	16 ± 1	60 ± 10	24 ± 9	Limoneux fin (Silt loam)
	P ₃	16 ± 1	62 ± 13	22 ± 11	Limoneux fin (Silt loam)
	P ₄	36 ± 11	45 ± 12	19 ± 3	Limono-argileux fin (Silty clay loam)
Moyen versant	P ₁	25 ± 2	53 ± 2	22 ± 1	Limoneux fin (Silt loam)
	P ₂	35 ± 1	45 ± 3	20 ± 2	Limono-argileux (Clay loam)
	P ₃	28 ± 8	47 ± 5	25 ± 2	Limono-argileux (Clay loam)
	P ₄	28 ± 8	47 ± 5	25 ± 2	Limono-argileux (Clay loam)
Bas versant	P ₁	28 ± 8	46 ± 7	26 ± 4	Limono-argileux (Clay loam)
	P ₂	45 ± 7	38 ± 8	17 ± 1	Argileux (Clay)
	P ₃	44 ± 11	39 ± 15	17 ± 3	Argileux (Clay)
	P ₄	44 ± 15	29 ± 6	27 ± 8	Argileux (Clay)

Complexe adsorbant des sols de Lauzoua (Guitry) :

Les valeurs de Ca^{2+} dans les sols du site manganésifère de Lauzoua (Grand-Lahou) sont comprises entre 0,89 et 2,44 cmol.Kg^{-1} (tableau 2) et considérées comme de faibles concentrations (Landon, 1991). Selon cet auteur, les déficiences en calcium échangeable dans les sols surviennent normalement dans les sols de faibles CEC, à $\text{pH} \leq 5,5$; ce qui est le cas pour le site d'étude. Les valeurs obtenues pour le Mg varient entre 4,3 et 0,7 cmol.Kg^{-1} (tableau 2). Ces valeurs de Mg sont pour la plupart nettement supérieures à 0,5 cmol.Kg^{-1} , seuil de déficience en magnésium dans les régions tropicales (Mbonigaba, 2009).

Les teneurs en K^+ oxillent entre 0,08 et 0.64 cmol.Kg^{-1} (tableau 2). Les valeurs acceptables s'observent dans les deux premiers horizons des sols. Ce fait est favorable pour l'agriculture, car selon Romheld et Kirkby (2010), la plupart du potassium disponible pour les plantes est généralement situé dans la couche arable. Ces taux élevés de Mg, et moyen de K, pourrait résulter de la présence de quantité raisonnable de magnésium et de potassium provenant de l'altération de minéraux primaire porteurs de K et Mg tels la biotite ($(\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe})_3(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2)$) et la muscovite ($\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$) ; le mica, l'orthose et le microcline (KAlSi_3O_8) (Mustapha, 2007) ; le chlorite et le feldspath (Marques *et al.*, 2002). D'autres auteurs tels Lucas *et al.* (1993) attribuent cela aux retombées des feuilles en forêt, qui contribuent à recycler les cations et la silice dans la partie supérieure du sol. Il en résulte un taux de saturation élevé dans les premiers centimètres du sol.

Le taux de saturation en bases est élevé dans les horizons de surfaces. Cela résulterait des processus décrit par Lucas *et al.* (1993). Au niveau de la Capacité d'Echange Cationique, il a été observé une différence nettement significative entre les valeurs des différents niveaux topographiques. Les teneurs de Capacité d'Echange Cationique sont modérées au niveau du moyen versant (13,90 à 15,16 cmol.Kg^{-1}), mais faibles sur les autres segments topographiques : entre 3,68 et 6,92 cmol.Kg^{-1} pour le haut de versant, et entre 2,77 et 7,64 cmol.Kg^{-1} pour le bas versant (tableau 2). Ces teneurs acceptables du moyen versant pourraient résulter de la présence d'argile de haute activité, vu

que les teneurs en carbone organique sont faibles (Mustapha, 2007)

pH, matière organique et phosphore des sols de Lauzoua (Guitry) :

Les résultats du pH (tableau 3) montrent que les sols de la zone d'étude sont acides, avec des valeurs oxillant entre 5,68 et 4,55. La majorité des sols ont un pH inférieur à 5,5. D'après Brady et Weil (2002), il existe très peu de réactions chimiques et microbiologiques dans des sols qui ne soient pas sensibles au pH. A de faibles valeurs de pH, se produit dans le sol de nombreux phénomènes néfastes à la croissance végétale, telle la diminution de la nitrification, la déficience en phosphore, les toxicités aluminique et manganique, la faible mobilité des polluants organiques et la grande disponibilité de certains métaux lourds (Landon, 1991). Comme indiqué au tableau 3, les moyennes respectives des teneurs en carbone organique et en azote total, exprimée en g.kg^{-1} de sol, sont inférieures à 5g de Carbone et à 0,5g d'azote dans les sols, quoique, les valeurs de l'horizon 0-20 cm sont plus fortes. Les valeurs de carbone organique induisent des teneurs en matière organique relativement faibles. Cette matière organique, en raison de sa faible teneur dans les sols étudiés, est peu impliquée dans les processus d'échange cationique qui restent surtout régis par la fraction minérale. Aussi, cette situation devrait-elle se répercuter négativement sur la structure des sols, qui serait essentiellement édifiée grâce aux colloïdes minéraux, et dont la stabilité est probablement imparfaite ; ce qui pourrait générer de nombreuses déficiences de production et défavoriser la résistance aux facteurs de dégradation (Ben Hassine *et al.*, 2008). L'azote total à des teneurs oxillants entre 0,04 et 0,20 g.kg^{-1} (Tableau 3). Les horizons superficiels (0-20 cm) ont des teneurs approximativement égales ou supérieures à 0,13. Landon (1991) considère les teneurs supérieures ou égales à 0,13 comme satisfaisantes dans les sols tropicaux. Le rapport carbone/azote dans les sols étudiés est moyen à faible dans les couches de sol, à l'exception de l'horizon (0-20 cm) du haut de versant, dont la valeur atteint 21,5 (tableau 3). Selon Genot *et al.* (2009), ce rapport est un indicateur de la qualité de la matière organique dans les sols.

Tableau 2 : Complexe adsorbant des sols de Lauzoua (Guitry)

		CEC M ± ES (cmol.kg ⁻¹)	Ca ²⁺ M ± ES	Mg ²⁺ M ± ES	Ca ²⁺ +Mg ²⁺ M ± ES	K ⁺ M ± ES	S M ± ES	V M ± ES
Haut de versant	P1	3.68 ± 0.99a	1.81 ± 1.64	1.40 ± 0.94	3.21 ± 2.15	0.14 ± 0.06	3.35 ± 2.21	83.36 ± 44.36
	P2	4.16 ± 3.17a	1.58 ± 2.15	0.80 ± 0.95	2.38 ± 3.10	0.10 ± 0.10	2.48 ± 3.20	42.76 ± 44.27
	P3	4.20 ± 3.11a	1.56 ± 2.18	0.78 ± 0.98	2.34 ± 3.16	0.10 ± 0.11	2.43 ± 3.27	40.03 ± 48.13
	P4	6.92 ± 7.54a	1.30 ± 0.72	0.83 ± 0.57	2.13 ± 1.27	0.18 ± 0.24	2.31 ± 1.40	54.60 ± 58.32
Moyen versant	P1	15.16 ± 4.52b	2.45 ± 0.85	2.13 ± 1.27	4.58 ± 2.03	0.19 ± 0.20	4.77 ± 1.95	36.66 ± 25.05
	P2	14.70 ± 6.93b	1.63 ± 1.29	4.33 ± 4.47	5.96 ± 5.76	0.64 ± 0.82	6.60 ± 6.58	38.60 ± 26.60
	P3	13.90 ± 5.80b	1.23 ± 0.74	1.04 ± 0.18	2.27 ± 0.55	0.30 ± 0.33	2.57 ± 0.88	18.76 ± 1.47
	P4	13.90 ± 5.80b	1.23 ± 0.74	1.04 ± 0.18	2.27 ± 0.55	0.30 ± 0.33	2.57 ± 0.88	18.76 ± 1.47
Bas de versant	P1	7.63 ± 4.95a	2.32 ± 1.61	2.57 ± 1.65	4.88 ± 2.93	0.22 ± 0.11	5.10 ± 2.97	88.10 ± 76.73
	P2	5.97 ± 6.61a	1.03 ± 1.02	1.65 ± 2.02	2.68 ± 3.04	0.10 ± 0.05	2.78 ± 2.99	47.82 ± 2.88
	P3	8.16 ± 7.7a	1.37 ± 1.20	2.18 ± 2.55	3.55 ± 3.74	0.08 ± 0.04	3.63 ± 3.70	41.51 ± 6.19
	P4	2.77 ± 0.4a	0.89 ± 0.80	0.74 ± 0.60	1.63 ± 1.39	0.12 ± 0.01	1.75 ± 1.39	68.31 ± 62.26

M ± ES : Moyenne ± Erreur Standard (n=34). Les valeurs suivies de la même lettre dans la colonne ne sont pas statistiquement différentes au seuil de probabilité 5% selon Fisher

Tableau 3 : pH, matière organique et phosphore des sols de Lauzoua (Guitry)

		pH eau M±ES	pH kcl M±ES	C M±ES	OM M±ES g.kg ⁻¹	N M±ES	C/N M±ES	P total M±ES	P ass. M±ES mg.kg ⁻¹
Haut de versant	P1	5.46 ± 0.26	4.63 ± 0.16	1.86 ± 0.66	3.20 ± 1.14	0.13 ± 0.07	21.53 ± 11.78	264.00 ± 43.24a	21.66 ± 6.12
	P2	4.85 ± 0.25	4.00 ± 0	0.74 ± 0.55	1.28 ± 0.95	0.11 ± 0.09	08.00 ± 1.50	389.50 ± 185.5ac	32.00 ± 22.00
	P3	4.90 ± 0.30	4.00 ± 0	0.73 ± 0.57	1.26 ± 0.98	0.11 ± 0.09	07.25 ± 0.75	252.00 ± 48.00a	20.00 ± 10.00
	P4	4.55 ± 0.17	4.05 ± 0.20	0.42 ± 0.14	0.72 ± 0.25	0.07 ± 0.02	06.21 ± 1.80	176.50 ± 13.78b	8.00 ± 2.74
Moyen versant	P1	5.68 ± 0.27	5.04 ± 0.26	1.78 ± 0.41	3.07 ± 0.71	0.16 ± 0.05	12.87 ± 2.57	480.40 ± 117.86a	51.40 ± 32.35
	P2	4.80 ± 0.60	4.40 ± 0.60	0.90 ± 0.70	1.55 ± 1.20	0.16 ± 0.12	05.35 ± 0.35	328.50 ± 36.50c	20.00 ± 11.00
	P3	5.05 ± 0.85	4.35 ± 0.55	0.35 ± 0.15	0.60 ± 0.26	0.08 ± 0.05	04.42 ± 0.58	248.00 ± 44.00c	24.00 ± 7.00
	P4	5.05 ± 0.85	4.35 ± 0.55	0.35 ± 0.15	0.60 ± 0.26	0.08 ± 0.05	04.42 ± 0.58	248.00 ± 44.00c	24.00 ± 7.00
Bas de versant	P1	5.45 ± 0.28	4.53 ± 0.15	2.00 ± 0.46	3.44 ± 0.80	0.20 ± 0.06	10.63 ± 1.86	690.25 ± 83.38c	44.25 ± 12.93
	P2	5.20 ± 0.17	4.46 ± 0.36	1.00 ± 0.40	1.72 ± 0.69	0.12 ± 0.06	09.58 ± 1.33	459.00 ± 72.43c	33.33 ± 11.89
	P3	5.10 ± 0.40	4.60 ± 0.60	1.10 ± 0.70	1.88 ± 1.21	0.14 ± 0.11	09.96 ± 3.04	428.00 ± 53.00c	23.50 ± 9.50
	P4	5.36 ± 0.52	4.76 ± 0.72	0.47 ± 0.17	0.81 ± 0.29	0.04 ± 0.02	11.50 ± 0.86	278.33 ± 48.38c	20.66 ± 8.25

M ± ES : Moyenne ± Erreur Standard (n=34).,OM (Organic matter), Pas (Phosphore assimilable),Les valeurs suivies de la même lettre dans la colonne ne sont pas statistiquement différentes au seuil de probabilité 5% selon Fisher

Les teneurs en phosphore total sont statistiquement différents dans les sols de Guitry (tableau 3). Les valeurs dans les couches de sol, tous niveaux topographiques confondus, sont comprises entre 8 et 51mg/kg de P_2O_5 , les valeurs les plus importantes sont observées dans la première couche (0-20cm) concernant le phosphore assimilable (tableau 3). Selon Mbonigaba *et al.* (2009), les teneurs en phosphore disponible inférieures à 20 mg/kg de P_2O_5 sont considérées comme trop faibles pour assurer une nutrition phosphatée appropriée de la plupart des plantes. La seule valeur jugée faible, dans les sols de Lauzoua, est celle de la dernière couche de sol (80-120 cm) du bas de versant, qui est de 8mg/kg de P_2O_5 . Hormis cette valeur, toutes les couches de sols ont une teneur en phosphore assimilable supérieure ou égale à 20 mg/kg. C'est dire que les sols étudiés ont donc des teneurs relativement acceptables en phosphore assimilable, vu l'importance du phosphore dans le cycle sol-plantes (Kainer *et al.* 2007)

Relation entre les paramètres physico-chimiques des sols : Le pH du sol a une relation significative positive avec Ca^{2+} et le taux de saturation en base (V). Un tel résultat indique que l'augmentation du pH du sol entraîne l'amélioration du Ca^{2+} contenu et le taux de saturation en bases (tableau 4). Un résultat similaire a été obtenu par Fageria *et al.* (1994), Moreira et Fageria (2009) sur les sols d'Amazonie au Brésil, en zone tropicale.

Le tableau montre une corrélation positive très hautement significative entre la matière organique et

les cations échangeables (Ca^{2+} (0,72), le Mg^{2+} (0,66), $Ca^{2+}+Mg^{2+}$ (0,76)), à exception du potassium avec lequel il n'y a aucune corrélation significative. Des relations positives s'observent également avec le taux de saturation en bases (0,55) et la somme des bases échangeables (0,74). Les corrélations positives observées entre la matière organiques et ces caractéristiques chimiques seraient attribuées à l'influence de ces éléments sur la formation et le maintien de la matière organique (Moreira et Fageria, 2009). Par ailleurs, l'argile et la somme limon+argile ont une relation négative significative avec la matière organique, illustrant ainsi le rôle de protection physique qu'exercent ces fractions granulométriques sur la matière organique (Pallo *et al.*, 2008).

Il n'existe pas de corrélation linéaire significative entre la capacité d'échange cationique et la matière organique (tableau 4). En effet, certains auteurs (Bigorre *et al.*, 2000) ont établi une équation de la capacité d'échange cationique en fonction de l'argile et de la matière organique, et ont insisté sur le caractère additif de ces deux constituants.

D'après le tableau 4, il n'existe pas de corrélation entre le phosphore assimilable et la matière organique, du fait des faibles valeurs de coefficient de corrélation. Ce résultat pourrait induire le fait que le phosphore organique ne soit pas abondant dans ces sols (Ben Hassine, 2008). En revanche, il y a une corrélation positive ($R=0,65$) entre le phosphore assimilable et le phosphore total (tableau 4) au seuil 0,01.

Tableau 4 : Coefficient de corrélation entre les attributs physico-chimiques des sols du site manganésifère de Lauzoua (Guitry)

Propriétés des sols	pHeau	pHkcl	MO	N	C/N	Ptotal	Pass.	CEC	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺ + Mg ²⁺	K ⁺	S	V	Argile	Limon	Sable
pHeau	–																
pHkcl	0,84***	–															
MO	0,61***	0,57***	–														
N	0,51**	0,53**	0,73***	–													
C/N	0,24ns	0,11ns	0,44**	-0,23ns	–												
Ptotal	0,22ns	0,10ns	0,45**	0,26ns	0,21ns	–											
Pass.	0,10ns	-0,07ns	0,11ns	-0,03ns	0,12ns	0,65***	–										
CEC	0,12ns	0,30ns	0,16ns	0,32ns	-0,17ns	0,13ns	-0,07ns	–									
Ca ²⁺	0,36*	0,51**	0,72***	0,84***	-0,09ns	0,20ns	-0,07ns	0,42*	–								
Mg ²⁺	0,34ns	0,54***	0,66***	0,68***	0,03ns	0,23ns	-0,16ns	0,47**	0,61***	–							
Ca ²⁺ + Mg ²⁺	0,39*	0,59***	0,76***	0,83***	-0,02ns	0,24ns	-0,14ns	0,50**	0,86***	0,93***	–						
K ⁺	0,17ns	0,16ns	0,14ns	0,32ns	-0,12ns	0,06ns	-0,16ns	0,57***	0,30ns	0,46**	0,44**	–					
S	0,38*	0,58***	0,74***	0,83***	-0,03ns	0,24ns	-0,14ns	0,53**	0,85***	0,93***	0,99***	0,51**	–				
V	0,36*	0,27ns	0,55***	0,50**	0,15ns	0,10ns	-0,03ns	-0,35*	0,44**	0,27ns	0,38*	0,01ns	0,36*	–			
Argile	-0,38*	-0,35*	-0,41*	-0,35*	-0,12ns	-0,08ns	-0,04ns	-0,07ns	-0,43*	-0,19ns	-0,33ns	0,01ns	-0,31ns	-0,3ns	–		
Limon	0,31ns	0,29ns	0,23ns	0,20ns	0,06ns	0,10ns	0,03ns	0,11ns	0,18ns	0,16ns	0,19ns	-0,07ns	0,18ns	-0,03ns	0,86**	–	
Sable	0,32ns	0,23ns	0,28ns	0,26ns	0,15ns	-0,11ns	-0,05ns	-0,20ns	0,35*	-0,07ns	0,12ns	0,04ns	0,12ns	0,69***	-0,39*	0,06ns	–
Argile+Limon	-0,19ns	-0,17ns	-0,38*	-0,32ns	-0,13ns	0,02ns	-0,02ns	0,06ns	-0,53***	-0,08ns	-0,30ns	-0,11ns	-0,30ns	-0,73***	0,41*	0,11ns	-0,87***

CONCLUSION ET APPLICATION

Dans les sols tropicaux développés sur matériaux volcano-sédimentaire à forte concentration en manganèse, comme ceux de Lauzoua à Guity (Côte d'Ivoire), la mise en culture exige une gestion adaptée. Il apparaît d'abord que les faibles valeurs de pH apparaissent constituer la principale contrainte chimique limitant la production agricole. Du point de vue des cations basiques, il est à observer dans ces sols, une déficience en calcium et en potassium.

Par contre, le magnésium est mieux représenté. Par ailleurs, le moyen versant est la partie la mieux pourvue en bases échangeables par rapport aux autres segments topographiques. Les valeurs de la capacité d'échange cationique sont moyennes au moyen versant, mais faibles sur les autres segments

topographiques. Du point de vue de la saturation en bases et de la disponibilité du phosphore, cette zone présente de meilleures conditions nutritionnelles. Cependant, les faibles stocks en carbone organiques et la mauvaise qualité de matière organique, les faibles niveaux de pH et le déséquilibre cationique pourraient constituer des contraintes sévères à la production si des itinéraires techniques appropriés ne sont pas adoptés, tel le rehaussement du pH qui créerait de meilleures conditions favorables à la libération des autres éléments chimiques. Le chaulage devra donc être adopté pour ces sols en vue de leurs permettre une bonne libération des éléments et améliorer les rendements.

BIBLIOGRAPHIE

- Ben Hassine H, Aloui T, Gallali T, Bouzid T, El Amri S, Ben Hassen R., 2008. Evaluation quantitative et rôle de la matière organique dans les sols cultivés en zones subhumides et semi-arides méditerranéennes de la Tunisie. *Agrosolutions* 19 (2), 2008 : 4-17.
- Bigorre F, Tessier D, Pédro G., 2000. Contribution des argiles et des matières organiques à la rétention de l'eau dans les sols. Signification et rôle fondamentale de la capacité d'échange en cations. *Géosciences*, C. R. Acad. Sci. Paris, 330 : 245-250.
- Boulet R, Chauvel A, Humbel F-X, Lucas Y, 1982. Analyse structurale et cartographie en pédologie. I- Prise en compte de l'organisation bidimensionnelle de la couverture pédologique : les études de toposéquences et leurs principaux apports à la connaissance des sols. *Cah.ORSTOM.*, ser.Pedol., vol.XIX, n°4, 1982 : 309-321.
- Böhm W., 1976. In situ estimation of root length at natural soil profiles. *J. Agric. Sci.* 87: 365- 368.
- Brady NC. and Weil RR, 2002. The nature and properties of soil. 13th ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Pearson Education Inc, 960 p.
- Bremner JM, 1996. Nitrogen-total. In: Sparks, D.L. (Ed.), *Methods of Soil Analysis: Chemical Methods Part 3*. Soil Science Society of America Inc, American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, USA: 1085-1122.
- Dahnke W C. et Olson R A, 1990. Soil test correlation, calibration and recommendation. In R. L. Westerman (ed). *Soil testing and plant analysis*. 3rd ed. SSSA Book Series 3, Madison WI : 45-71.
- Diatta S. 1996. Les sols gris de bas versant sur granito-gneiss en région centrale de la Côte d'Ivoire : organisation toposéquentielle et spatiale, fonctionnement hydrologique. Conséquence pour la riziculture. Thèse unique de doctorat, Université Henri point carré Nancy I, France.181p.
- Edou-Minko A, Mba SE, Eba F, 2003. L'état de fertilité du complexe absorbant des sols du plateau manganésifère d'Okouma (Gabon). *Rev. CAMES - Série A*, vol. 02, 2003 : 15-24.
- Fageria NK, Santos AB, Lins IDG, Camargo SL, 1997. Characterization of fertility and particle size of varzea soils of Mato Grosso and Mato Grosso do sul states of Brazil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. Volume: 28, Issue: 1, Pages: 37-47.
- Gee GW. et Bauder JW, 1986. Particle-size analysis. In : *Methods of soil Analysis*. Part 1: *Physical and Mineralogical Methods* (ed. A. Klute). American society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison, WI: 383-411.
- Genot V, Colinet G, Brahy, Bock L, 2009. L'état de fertilité des terres agricoles et forestières en région wallonne (adapté du chapitre 4-sol 1) de « l'état de l'environnement wallon 2006-2007 ». *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2009, 13 (1) : 121-138.

- Kainer KA, Wadt LHO, Staudhammer CL, 2007. Explaining variation in Brazil nut fruit production. *Forest Ecology and Management* 250:244-255.
- Landon JR, 1991. Booker tropical soil manual. A handbook for soil survey and agricultural land evaluation in the tropics and subtropics. Oxon, UK : Longman. 500 p.
- Lucas Y, Luizao FJ, Chauvel A, Rouiller J, Nahon D, 1993. The relation between biological activity of the rain forest and mineral composition of soils. *Science/original*: 418-4113.
- Marques JJ, Teixeira WG, Schulze DG, Curi N, 2002. Mineralogy of soils with unusually high exchangeable Al from the western Amazon region. *Clays Minerals*, 37: 651-661.
- Mbonigaba JJM, Nzeyimana I, Bucagu C, Culot M, 2009. Caractérisation physique, chimique et microbiologique de trois sols acides tropicaux du Rwanda sous jachères naturelles et contraintes à leur productivité. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2009, 13 (4) : 545-558.
- Moreira A. and Fageria NK, 2009. Soil Chemical Attributes of Amazonas State, Brazil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 2009, 40 : 17, 2912-2925.
- Mustapha S, 2007. Physico-chemical properties and fertility status of some Haplic Plinthaquults in Bauchi local government of Bauchi State, Nigeria. *Int. J. Soil Sci.*, 2 (4), 2007 : 314-319.
- Olsen SR. et Sommers LE, 1982. Phosphorus. In *Methods of soil analysis*. Ed Page *et al.*, Madison, Wisc.: ASA and SSSA : 403-430.
- Pallo FJP, Sawadogo N, Sedogo PM, Assa A, 2008. Statut de la matière organique des sols dans la zone sud-soudanienne au Burkina Faso. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2008, 12 (3) : 291-301.
- Parent LE. et Dafir M, 1992. A theoretical concept of compositional nutrient diagnosis. *Journal of American Society of Horticultural Science*, 117 : 239-242.
- Pimentel Gomes F. and Garcia CH, 2002. Applied statistic to elementary agronomy and forestry. Piracicaba, Brazil: FEALQ. 309 p.
- Römheld V. and Kirkby EA, .2010. Research on potassium in agriculture: needs and prospects. *Plant Soil*, 335 : 155-180.
- Shein EV, 2009. The particle-size distribution in soils: problems of methods of study, interpretation of results, and classification. *Eurasian soil science*, 2009, vol. 42, N° 3 : 284-291.
- Thomas GW, 1982. In : *Methods of soil Analysis : Part 2. Chemical and Microbiological Methods* (eds Page A. L., Miller R. H. et Keeney D.R.). American society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison, WI : 159-165.
- Thomas GW, 1996. Soil pH and soil acidity. In: Sparks, D.L. (Ed.), *Methods of Soil Analysis: Chemical Methods Part 3*. Soil Science Society of America Inc, American Society of Agronomy, Inc Madison, Wisconsin, USA : 475-490.
- Troeh F. R. and Thompson LM, 2005. Soils and soil fertility. 6th ed. Oxford, UK: Blackwell Publishing. 156 p. Walkley A. et Black IA, 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.*, 37 : 29-38.