

POTENTIALITES AGRONOMIQUES DES SOLS EN ZONE DE PRESSION FONCIERE DANS LA LOCALITE D'AZAGUIE SUD-EST DE LA COTE D'IVOIRE

D. JB ETTIEN^{1,2*}, O. F. AKOTTO², O. B. F. BOUADOU²

¹Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire

²Université Félix Houphouët-Boigny, Laboratoire des Sciences du Sol, de l'Eau et des Géomatériaux (L2SEG), UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières

³UFR Sciences de la Terre et des Ressources Minières (STRM), Laboratoire des Sciences du Sol, de l'Eau et des Géomatériaux Université Felix Houphouët-Boigny, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

Auteur correspondant: email: jb.ettien@csrs.ci/ tél. 0778701191; 01 BP 1303 Abidjan

RESUME

La localité d'Azaguié, située à proximité d'Abidjan, est soumise à une forte pression foncière du fait des activités agricoles intenses. Les sols y perdent ainsi régulièrement leur fertilité occasionnant des rendements peu satisfaisants. La présente étude a été initiée afin d'évaluer la fertilité des sols et leur potentiel agronomique à travers la caractérisation des propriétés physiques et chimiques. Des fosses pédologiques ont été ouvertes et décrites suivant deux toposéquences classiques, à l'échelle 1/10000 chacune et implantées, une, sur sols cultivés et l'autre sur sols sous paysage naturel. Des échantillons de sols ont été prélevés et des analyses en laboratoire ont porté essentiellement sur la granulométrie, les pH_{eau} et pH_{KCl}, la teneur en matière organique (C, N et MO), le phosphore assimilable, les cations échangeables et sur la CEC. Les résultats montrent que les sols cultivés et sous paysage naturel sont argilo-sableux et pauvres en matière organique. Ils révèlent des déficiences importantes en éléments nutritifs pour une production agricole durable. Un amendement humifère de ces sols et une intensification agro-écologique par l'usage des légumineuses arbustives et/ou alimentaires sont recommandés pour accroître leurs potentiels agronomiques.

Mots clés : Sols, fertilité, potentiel agronomique, Azaguié, Côte d'Ivoire

ABSTRACT

SOILS MANAGEMENT IN LAND PRESSURE AREA

The locality of Azaguié, located nearby Abidjan, is subject to strong land pressure due to intensive agricultural activities. The soils there regularly lose their fertility, resulting in low yields. The present study was initiated to assess the fertility of the soils and their agronomic potential through the characterisation of the physical and chemical properties. Soil pits were opened and described in two classical toposequences, each at a scale of 1/10000 and implanted, one on cultivated soils and the other on soils under natural landscape. Soils samples were taken and laboratory analyses were mainly carried out on their particle sizes, the water pH and KCl pH, the organic matter content (C, N and OM), the absorbable phosphorus, the exchangeable cations and on the CEC. The results show that the cultivated and natural landscape soils are sandy-clay and poor in organic matter. They reveal significant nutrient deficiencies for a sustainable agricultural production. A humus amendment of these soils and an agro-ecological intensification through the use of leguminous shrubs and/or food are recommended to increase their agronomic potentials.

Keywords: Soils, fertility, agronomic potential, Azaguié, Cote d'Ivoire

INTRODUCTION

L'agriculture dans les pays tropicaux est caractérisée par de faibles rendements à cause de la pauvreté naturelle des sols en éléments nutritifs (Bado, 2002). En Côte d'Ivoire on note un faible niveau de fertilité des sols, lié à des contraintes naturelles spécifiques à chaque zone agro-écologique, dont l'acidité et les déficiences en azote (N), soufre (S) et phosphore (P) (Koné, 2007). Le caractère gravillonnaire et hydromorphique de ces sols a longtemps été jugé être à l'origine d'un ancrage du système racinaire de certaines cultures (Gabla, 1998). Dans la localité d'Azaguié, les sols issus de la formation du complexe volcano-sédimentaire (Delors *et al.*, 1992) sont particulièrement gravillonnaires à la surface, et pourraient être gênants pour la productivité des cultures. Les activités agricoles y sont intenses et concernent essentiellement les cultures pérennes comme le cacaoyer, le caféier, le kolatier, l'hévéa, les cultures vivrières (manioc) et fruitières (le bananier, plantain et dessert).

Cette forte pression foncière entraîne la dégradation quasi permanente des sols ainsi que la baisse de leur fertilité occasionnant de faibles récoltes. La sécurité alimentaire des populations de la localité est donc menacée. Dans ce contexte de sécurité alimentaire fragile, le concept d'agriculture durable apparaît comme un outil indispensable. Une agriculture ne saurait être qualifiée de durable, que si elle s'appuie sur une gestion optimale des ressources en sols, en eau et qui préserve l'environnement. Cette gestion optimale passe par une évaluation rationnelle des terres agricoles. L'évaluation des terres agricoles a pour principal objet de choisir la meilleure utilisation possible pour chaque unité de terre afin de lui appliquer les bonnes pratiques culturales. Ces pratiques culturales devraient engendrer un processus de maintien et/ou de restauration de la matière organique de ces sols dans l'optique de préservation des ressources naturelles (FAO, 1989). Il apparaît ainsi important que les propriétés physiques et chimiques des sols qui influencent les rendements des cultures soient examinées dans une telle étude. Les travaux de Amary (2017) ont mis en exergue certaines potentialités agronomiques des sols de la localité d'Azaguié par l'étude de quelques propriétés physiques alors que les propriétés chimiques qui définissent les teneurs des sols

en nutriments indispensables à la bonne croissance et aux bons rendements des plantes n'ont pas été explorées. C'est dans cette optique que la présente étude a été initiée. En général, elle se propose d'évaluer le potentiel agronomique des sols de ladite localité par la détermination de leurs textures et des propriétés chimiques pour déceler leurs apports dans la productivité agricole. De façon spécifiques il s'agit de : i) déterminer la granulométrie des sols cultivés et des sols sous paysages naturels d'Azaguié, ii) évaluer les teneurs en éléments chimiques des sols sous cultures et les sols sous paysages naturels. Deux hypothèses ont été formulées à savoir i) la texture des sols d'Azaguié est adaptée à la pratique agricole, ii) les sols sous végétation naturelle d'Azaguié présentent un niveau de fertilité appropriée à la production agricole durable.

MATERIEL ET METHODES

SITE DE LETUDE

Azaguié (5°35 et 6°15 de latitude Nord et 3°55 et 4°40 de longitude Ouest) est une ville de la région de l'Agneby-Tiassa, dans le département d'Agboville (Sud-Est de la Côte d'Ivoire). Elle occupe 201,3 km² de superficie et est située à 40 km d'Abidjan (figure 1).

Elle est située en zone forestière (Avenard, 1971) où le climat est du type tropical humide (Attién) avec des températures de faibles amplitudes (25°C à 30°C) et un fort taux d'humidité (80 à 90 %) (Ahoussi *et al.*, 2010). Les précipitations interannuelles moyennes supérieures à 1500 mm, sont réparties en deux grandes saisons : sèche (décembre à mars) et humide (avril à mi-juillet) ainsi que deux petites saisons : sèche (mi-juillet à mi-septembre) et humide : (mi-septembre à novembre) (Ahoussi *et al.*, 2013).

La localité est faiblement ondulée (pénéplaine) avec de nombreuses petites collines aux pentes faibles de moins de 5 % (Sodefor, 1999).

La formation rocheuse hétérogène est composée essentiellement de granites, de gneiss, de micaschistes et de schistes argileux plus ou moins métamorphisés (N'Guessan *et al.*, 2015) sur lesquels des sols gravillonnaires et des sols hydromorphes se sont développés.

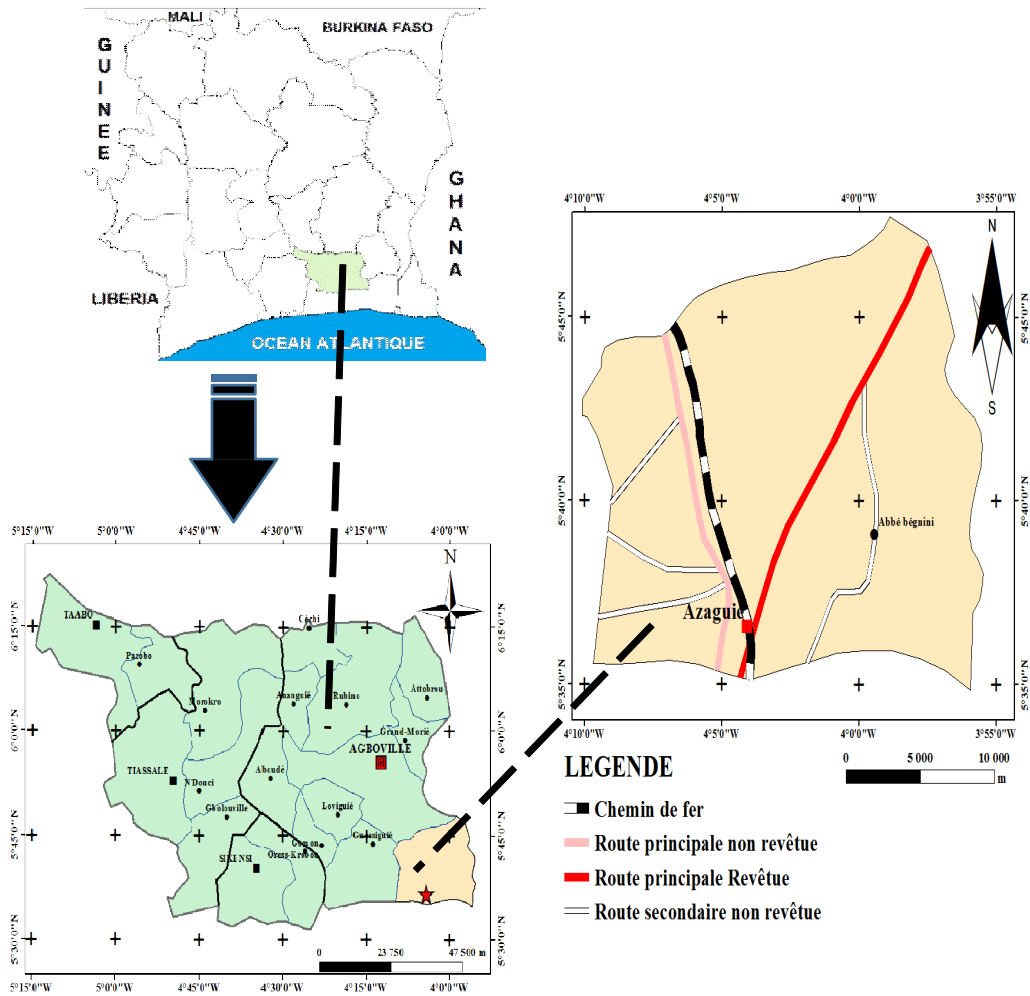


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude (Amary, 2017).

Location of the study area (Amary, 2017).

MATERIEL D'ETUDE

Deux types de sols ont été testés : sols sous cultures vivrières telles que le manioc, le maïs, l'arachide, le piment, la banane douce et le papayer et sols sous paysage naturel dominée par *Chromolaena odorata* (Asteraceae) et *Panicum capillare* var. *minimum* (Poaceae).

METHODES D'ETUDE

L'étude des sols a porté sur deux toposéquences classiques, longues de 200 m, à l'échelle 1/10000 chacune et implantées, une, sur sols cultivés et l'autre sur sols sous paysage naturel (figure 2). Des fosses pédologiques ont

été ouvertes et décrites et des prélèvements d'échantillons de sols y ont été faits à la tarière Edelman, à deux niveaux de profondeurs (0-20 cm) et (20-40 cm) sur chacune des deux toposéquences, en trois points d'observation correspondant à trois segments topographiques (au haut versant (HV), au mi- versant (MV) et au bas versant (BV)).

Les échantillons de sols prélevés ont été soumis aux analyses classiques en laboratoire pour en déterminer leurs granulométries, les pH_{eau} et pH_{KCl} et leurs teneurs en matière organique (C, N et MO). Les valeurs moyennes des paramètres du sol ont été comparées par l'analyse de variance (ANOVA) au seuil de 5 %.

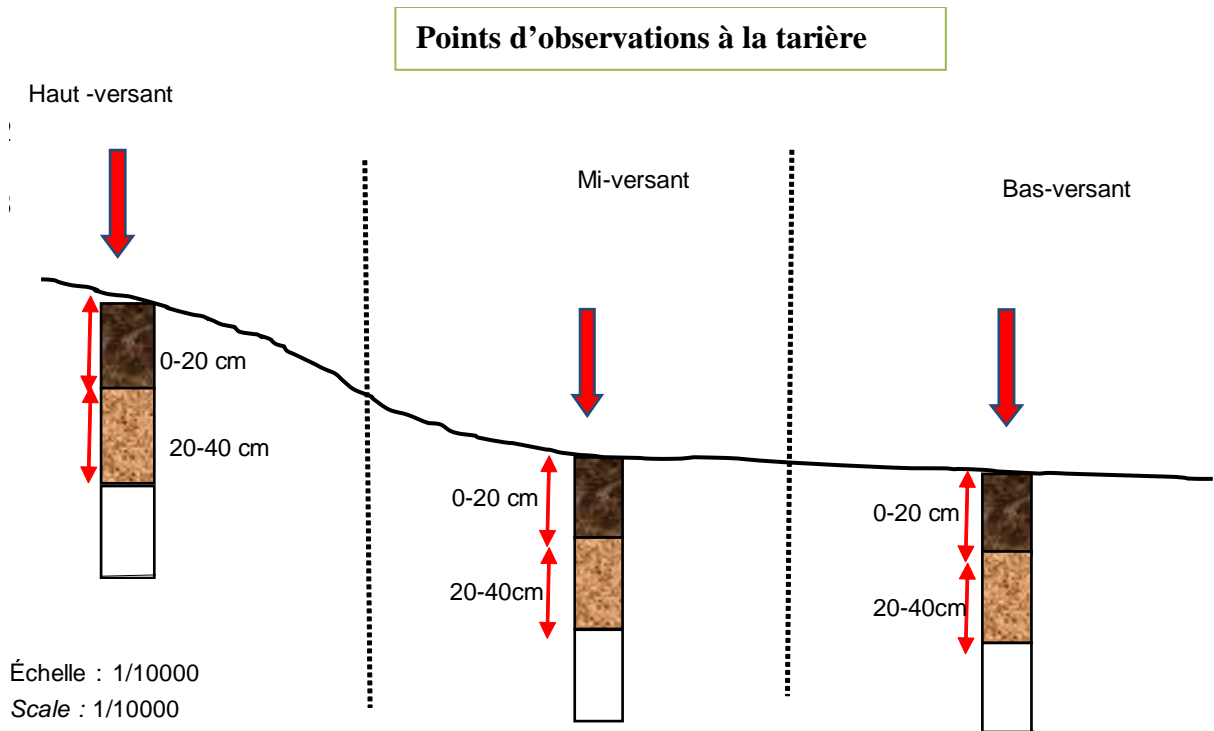


Figure 2 : Toposéquence caractéristique du site de l'étude.

Characteristics of the toposequence of the study site.

RESULTATS

Caractéristiques morphologiques des sols d'Azaguié

Sur les trois types de segments topographiques étudiés, (haut versant (HV), mi-versant (MV) et bas versant (BV)), une description morphologique principalement basée sur présence d'éléments grossiers, la couleur, la consistance et l'activité biologique du sol, a été faite à partir des profils pédologiques. La surface du sol de la parcelle agricole présente une succession de plages

couvertes d'une mince litière de feuilles ou de végétation basse, couvrant la partie superficielle du sol brun (7,5YR4/4) peu humifère contre un sol brun rougeâtre foncé (5YR3/4) humifère, sous jachère (paysage naturel). Sous cette partie superficielle, apparaît, sous le sol cultivé, un mince horizon brun jaunâtre foncé (10YR3/4) de moins de 5 cm d'épaisseur. Parallèlement, sous le paysage naturel, l'horizon s'épaissit et devient rouge sombre (2,5YR 3/2). En comparaison avec les sols sous jachère (végétation naturelle), ceux sous culture sont plus compacts, avec une réduction substantielle de l'activité biologique (Tableau I).

Tableau I : Morphologie des horizons 0-40 cm des Cambisols du site d'Azaguié.

Morphology of the 0-40 cm horizons of the Cambisols of the Azaguié site.

Modes d'exploitation des terres	Profondeurs (cm) ⁽¹⁾	Couleur à l'état humide	Consistance	Activité biologique ⁽²⁾
Sol sous jachère	0-5	5YR3/4	+	***
	5-15	2,5YR 3/2	-	***
	15-35/40	5YR3/4	+	**
Sol sous culture	0-2	7,5YR4/4	-	*
	3-7	10YR3/4	++	**
	7-40	10R 2.5/1	+	*

(1) +++ : Très dure, ++ Dure, + : Peu dure, - : Friable. (2) *** : Bien développée, ** : Assez bien développée, * Moyennement développée

+++ : Very hard, ++ Hard, + : Little hard, - : Crumbly. (2) *** : Well developed, ** : Fairly well developed, * Moderately developed

ANALYSES DE SOLS DE SURFACE

Ces parcelles sont situées à différentes altitudes et positions topographiques. Les échantillons de sols avaient été prélevés le long de deux positions topographiques (MV, BV). Des analyses classiques de la granulométrie ont conduit à distinguer sur le dispositif des sols à texture intermédiaire : limono-sableuse, argilo-sableuse, sablo-argileuse à limono-argilo-

sableuse (Tableau II).

Dans les sols à texture limono-sableuse (sous culture), les teneurs en argile, qui sont comprises entre 129 et 386 g kg⁻¹ (Tableau II), soit une baisse de la teneur en argile de 67 % et un accroissement de la teneur en sable de 53 % en surface, sur 0-20 cm. Sous la culture, la texture observée demeure globalement grossière (sableuse).

Tableau II : Granulométrie des Cambisols.
Granulometry of Cambisols.

Modes d'exploitation des sols	Profondeurs (cm)	MV			BV		
		Argile (g/kg)	L (g/kg)	S (g/kg)	A (g/kg)	L (g/kg)	S (g/kg)
sous jachère ⁽¹⁾	0 - 20	386	111	503	367	83	550
sous culture ⁽²⁾		129	88	783	90	67	843
Texture	(1)	Argilo-sableux			Argilo-sableux		
	(2)	Limono-sableux			Sablo-limoneux		
sous jachère	20 - 40	252	90	658	376	86	550
sous culture		151	75	775	287	75	627
Texture	(1)	limono-argilo-sableux			limono-argilo-sableux		
	(2)	Sablo-limoneux			Sablo-argilo-limoneux		

Les valeurs présentées dans le tableau sont issues de chacun des sondages tarière des deux positions topographiques du sol (MV : mi- versant ; BV : bas versant).

The values presented in the table come from each of the auger surveys of the two topographic soil positions (MS: mid-slope; LS: low-slope).

Diagnostic de l'acidification des sols par les effets de l'exploitation des terres : Relation entre l'évolution de quelques paramètres chimiques et l'acidification des sols

À mi- versant (MV), les teneurs en carbone des Cambisols observés qui varient de 0,7 à 1,6 g kg⁻¹ sont assez faibles (Tableau III). Au bas de versant (BV), la culture a conduit à une augmentation significative des teneurs en

carbone (matière organique) et en azote, notamment, en profondeur (Tableau IV). Outre, le niveau de matière organique du sol relativement bas, les résultats du rapport C/N ont indiqué une relative rapide minéralisation à 0-20 cm. Au niveau de l'horizon 20-40 cm, la baisse des teneurs en carbone est significativement plus accentuée sous culture que sous jachère.

Tableau III : Teneurs en carbone, en azote et rapport C/N à mi- versant des Cambisols à Azaguié.
Carbon and nitrogen content and C/N ratio at mid-slope of Cambisols in Azaguié

Mode d'exploitation	C total (g kg ⁻¹)		N total (g kg ⁻¹)		C/N	
	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm
sous jachère	1,530 ^a	0,803 ^a	0,150 ^a	0,070 ^a	10,20 ^a	11,47 ^a
sous culture	1,608 ^a	0,709 ^b	0,160 ^a	0,060 ^b	10,05 ^a	11,82 ^a
Probabilité	0,131	0,04	0,125	0,0491	0,78	0,077
Signification	Ns	s	Ns	S	Ns	Ns

Tableau IV : Teneurs en carbone, en azote et rapport C/N au bas de versant des Cambisols à Azaguié.
Carbon and nitrogen content and C/N ratio at down-slope of Cambisols in Azaguié.

Mode d'exploitation	C total (g kg ⁻¹)		N total (g kg ⁻¹)		C/N	
	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm
sous jachère	1,07 ^a	0,84 ^b	0,09 ^a	0,08 ^a	11,89 ^a	10,50 ^b
sous culture	1,26 ^a	1,22 ^a	0,11 ^b	0,10 ^b	11,45 ^a	12,20 ^a
Probabilité	0,221	0,03	0,0351	0,0411	0,586	0,047
Signification	Ns	S	S	S	Ns	S

À mi- versant, les valeurs du pH des Cambisols observés qui varient de 5,1 à 5,7 sont fortement à modérément acides (Tableau V), avec des valeurs du (pHeau – pH KCl), supérieures à

l'unité. Des résultats similaires ont été obtenus au bas de versant où les valeurs du pHeau sont comprises entre 5,4 et 5,5 (Tableau VI).

Tableau V : pHeau et pHKCl à mi- versant des Cambisols à Azaguié selon la profondeur.
Water pH and pHKCl at mid-slope of Cambisols in Azaguié.

Mode d'exploitation	pHeau		pHKCl		pHeau- pHKCl	
	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm
sous jachère	5,20 ^a	5,10 ^a	4,10 ^a	4,00 ^a	1,1 ^a	1,1 ^a
sous culture	5,70 ^a	5,10 ^a	4,40 ^a	4,00 ^a	1,3 ^a	1,1 ^a
Probabilité	0,25	1	0,13	1	0,586	1
Signification	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns

Tableau VI : pHeau et pHKCl au bas de versant des Cambisols à Azaguié.
Water pH and pHKCl at down-slope of Cambisols in Azaguié.

Mode d'exploitation	pHeau		pHKCl		pHeau - pHKCl	
	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm
sous jachère	5,50 ^a	5,40 ^a	4,30 ^a	4,40 ^a	1,2 ^a	1,0 ^a
sous culture	5,50 ^a	5,40 ^a	4,30 ^a	4,10 ^a	1,2 ^a	1,3 ^a
Probabilité	1	1	1	1	1	0,257
Signification	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns

DISCUSSION

La mise en évidence des caractéristiques physiques et chimiques des sols en zone de pression foncière constitue une étude importante en pédologie. En effet, les sols identifiés présentent, au moins dans les 20 premiers cm de profondeur, une texture sableuse. Le maximum d'argile se trouve à mi profondeur et correspond suivant les sondages, à une texture argilo-sableuse ou sablo-argileuse. En-dessous, la texture reste identique ou redevient davantage sableuse. Ils ont en surface, une teinte moyenne 5YR 3/3 (Brun rougeâtre foncé), sous jachère et 10YR 3/3 (Marron foncé), sous culture.

Les propriétés de réflectance des sols étudiés ont été convenablement résumées dans une courbe de réflectance illustrée dans la figure

3. Toutes les courbes de réflectance de ces échantillons ont en commun la caractéristique d'être toujours croissantes dans le domaine visible. La pente en est généralement faible au début ; elle peut croître ensuite régulièrement ou assez brutalement, puis s'infléchir ou non. En réalité, la pente n'est jamais négative. Ces observations rejoignent celles de GEE et BAUDER (1986), qui ont réalisé l'analyse statistique des courbes de réflectance de 285 échantillons représentant un large éventail de sols ayant montré que les courbes observées sont toutes croissantes dans la gamme visible. Ceci laisse espérer de pouvoir établir une relation entre couleur et propriétés du sol.

Sous culture, il semble donc que la grande proportion de particules fines (limons essentiellement) dans un sol augmente l'eau

retenue, même si la porosité décroît. Ceci est dû au fait que la perméabilité décroît avec la quantité de limons qui freine l'infiltration en diminuant la porosité. En outre, ce milieu est fortement compacté. Ces résultats corroborent ceux de Akédrin *et al.* (2020) qui ont rapporté que la texture à dominance limoneuse observée sous un sol, permet de diagnostiquer certains problèmes liés au compactage des sols. On peut donc admettre que la culture a fortement affecté la texture du sol par rapport au sol sous jachère. En effet, le sol sous culture a entraîné une baisse de la teneur en argile de 67 % et un accroissement de la teneur en sable de 53 % en surface, sur 0-20 cm. Il est de ce fait indispensable de corriger ces insuffisances liées au compactage des sols par un apport suffisant d'humus et de calcium (le chaulage) et surtout par la pratique de l'agro-écologie.

Sous la culture, il a été également observé une texture grossière, sableuse ; ce qui a induit une structure particulière, une forte porosité, donc un sol très filtrant, susceptible de connaître une réduction drastique de la réserve en eau, particulièrement de l'eau utile pour les végétaux cultivés. En effet, un sol avec une telle composition a certes l'avantage de se réessuyer rapidement, d'être facile à travailler ; en revanche, il a une faible réserve en eau et retient peu les éléments nutritifs, même s'il est admis qu'à la différence des argiles, les limons, sont plus perméables et confèrent au sol une relative légèreté (Boyer, 1982).

On retiendra donc au niveau des caractéristiques granulométriques des sols étudiés sous culture, du fait de leur texture essentiellement sableuse, qu'ils ont l'avantage de se réchauffer rapidement, d'être faciles à travailler, meubles et aérés. Ils ont, en revanche, l'inconvénient de mal retenir l'eau entre les pluies, de se dessécher rapidement et de perdre facilement les fertilisants qui leur sont apportés par entraînement (infiltration) rapide (Soltner, 2011).

Dans le sol, les particules les plus fines, comme les matières organiques, les argiles et les oxydes, ont la particularité de développer une grande surface spécifique et de posséder une charge électrique superficielle importante qui contrôle l'acidité du sol (Koulibaly *et al.*, 2014). Dans la présente étude, le niveau de matière organique du sol est relativement bas. De plus,

la vitesse de minéralisation relativement rapide au niveau de l'horizon organique, dans un contexte de sol à texture sableuse dominante observée sous culture, ne rend pas toujours disponible les éléments nutritifs dont les plantes ont besoin à certaines phases critiques de leur développement. Or, l'on sait que quel que soit le type de sol, il est recommandé d'avoir un taux de matières organiques de 5 % au minimum. Il est donc nécessaire d'apporter, en plusieurs fois, environ 25 kg/m² de compost afin d'approcher les 5 %. (Roose et Godefroy, 1977). La baisse des teneurs en carbone, plus accentuée sous culture que sous jachère au niveau de l'horizon 20-40 cm, se justifie, d'après Ouattara *et al.* (2006), par l'étroite dépendance entre la baisse du taux de matière organique du sol et son intensité culturale, le rendant ainsi vulnérable à l'acidification.

Dans cette étude, l'acidité des sols mise en évidence serait le fait d'ions acidifiants tels que Al³⁺, Fe²⁺, Fe³⁺, Mn²⁺ qui, en plus de l'acidification, peuvent provoquer des phénomènes de toxicité (toxicité alumineuse, ferreuse ou manganique) au-delà des seuils requis (Roose et Godefroy, 1977). Il est estimé que dans un milieu acide, le phosphore, le potassium, le calcium, le magnésium, le soufre et le molybdène sont moins facilement assimilables par la plante, tandis que le fer, le manganèse, le bore, le cuivre et le zinc le seront davantage. Le phosphore assimilable se trouve particulièrement fixé dans les sols à pH acide comme ceux de la localité d'Azaguié. L'on sait, par ailleurs, que la plupart des plantes ont une croissance optimale lorsque le pH du sol est compris entre 6 et 7 voire 8 (BOA, 1989), car la majorité des éléments nutritifs sont assimilables dans cette zone de pH.

Il ressort de cette étude que toute surexploitation des terres se traduit par une baisse de la teneur en matière organique, une dégradation de la structure du sol, favorisant l'érosion, et la baisse du pH ; il en est de même de la perte des propriétés physiques telles que les textures appropriées aux cultures, ce qui diminue davantage la capacité de ces terres à produire durablement. Ces résultats rejoignent ceux de Sawadogo *et al.* (2008) et Pallo *et al.* (2009). Dans ces conditions, des aménagements sont nécessaires pour lever les contraintes des sols à vocation agricole en zone de forte pression foncière.

CONCLUSION

L'étude a montré que les sols de la localité d'Azaguié sont pauvres en matière organique. Les éléments majeurs (azote, phosphore et potassium) ne sont pas suffisants pour optimiser le rendement des cultures dans cette localité. Les sols aussi bien sous culture que sous végétation naturelle présentent un faible potentiel agronomique du fait de leurs propriétés physiques et chimiques défavorables. Un amendement de ces sols et une intensification agro-écologique par l'usage des matières organiques associées aux légumineuses arbustives et/ou alimentaires est recommandé pour accroître le potentiel agronomique de ces sols en zone de pression foncière.

REFERENCES

- Ahoussi E. K., Soro N., Koffi B. Y., Soro G., Biméi J. 2010. Origine de la minéralisation des eaux des aquifères discontinus sous couvert forestier de la zone Sud de la Côte d'Ivoire : cas de la région d'Abidjan-Agboville. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, pp.782-797.
- Ahoussi K. E., Koffi Y. B., Kouassi A. M., Soro G., Biémi J. 2013. Étude hydrochimique et microbiologique des eaux de source de l'ouest montagneux de la Côte d'Ivoire : Cas du village de Mangouin-Yrongouin (Sous-préfecture de Biankouman). *Journal of Applied Biosciences*, pp.4703-4719.
- Akédrin T.N., Akotto O.F., Kouadio A.N.M-S. 2020. Étude de la valeur indicatrice des adventices et diagnostic de la fertilité des sols des friches cacaoyères au Sud-Est de la Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*. 16 : 36.
- Amary A. J. M. 2017. Esquisse de prédiction du potentiel de mise en valeur agricole des sols du Sud-est de la Côte d'Ivoire : cas de la localité d'Azaguié. Mémoire master, Université Felix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire. 56 p.
- Avenard J. M. 1971. Aspect de la géomorphologie. Le milieu naturel de Côte d'Ivoire, ORSTOM, 391 p.
- Bado B. V. 2002. Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols tropicaux des zones guinéenne et soudanienne du Burkina Faso. Thèse de philosophie Docteur, Département des sols et de génie agroalimentaire, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval, Québec, 197p.
- Boa D. 1989. Caractérisation, propriétés hydrodynamiques, contraintes et potentialités agronomiques des sols gravillonnaires : cas de Booro-Borotou (région de Touba, Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire). Thèse Doc-Ing., Université d'Abidjan, 126 p.
- Boyer J. 1982. Les ferrallitiques : facteurs de fertilité et utilisation des sols. *Initiation – documentations techniques n° 52*, ed. ORSTOM Paris. 384p.
- Delor C., Diaby I., Tastet J. P. 1992. Notice explicative de la carte géologique de la Côte d'Ivoire à 1/200 000, feuille Grand-Bassam, de la Direction de la géologie de Côte d'Ivoire, n°4, 26 p.
- FAO. 1989. Sustainable Agricultural Production: Implication for International Agricultural Research. Technical Advisory Committee, CGIAR. FAO Research and Technical Paper n° 4, Rome, Italy.
- Gabla O. 1998. Caractérisation des sols sous hévéas du domaine du Gô. (Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire). DEA. Université de Cocody. 73 p.
- Gee G.W., Bauder J.W. 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: pp. 383-411.
- Koné B. 2007. La couleur comme indicateur de la fertilité des sols : utilisation des données pour l'étude de la fertilité potentielle des sols ferrallitiques au-dessus de la latitude 7 de la Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat, Université de Cocody, option : pédologie. 166 p.
- Koulibaly B., Traoré O., Dakuo D., Lalsaga R., Lompo F., Zombre N.P. 2014. Acidification des sols ferrugineux et ferrallitiques dans les systèmes de production cotonnière au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 8(6) : 2879-2890.

- Ouattara B., Ouattara K., Serpenté G., Mando A., Sédogo M.P., Bationo A. 2006. Intensity cultivation induced effects on soil organic carbon dynamic in the western cotton area of Burkina Faso. *Nutr. Cycl. Agroecosyst*, 76 : 331-339.
- PALLO F.J.P., SAWADOGO N., ZOMBRÉ N.P., SÉDOGO P.M. (2009). Statut de la matière organique des sols de la zone nord soudanienne au Burkina Faso. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 13(1) : 139-142.
- N'Guessan K.A., Diarrassouba N., Koné B., Allui K. A., Yao-Kouamé A. 2015. Caractérisation morpho-pédologique et contraintes au développement de *Lippia multiflora* sur deux sols tropicaux de Côte d'Ivoire. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 2015, pp.3814-3828.
- Roose E.J., Godefroy J. 1977. Pédogenèse actuelle d'un sol ferrallitique remanié sur schiste sous forêt et sous bananeraie fertilisée de basse Côte d'Ivoire. Synthèse de huit années d'observation de l'érosion, du drainage et de l'activité des vers de terre à la station IRFA d'Azaguié et la forêt du Téké. Rapport ORSTOM-IRFA, Abidjan, 116 p.
- Sawadogo H., Bock L., Lacroix D., Zombré N.P. 2008. Restauration des sols dégradés à l'aide du zaï et du compost dans le Yatenga (Burkina Faso). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 12(3) : 279-290.
- SODEFOR. 1999. Plan d'aménagement de la forêt classée de Yapo-Abbé : 1999-2023, version de septembre 1999, 141 p.
- Soltner, D. 2011. Les bases de la production végétale (éd. Tome I- le sol et son amélioration. 25^{ème} Edition). Collection science et technique agricole, 472 p.