

Caractéristiques des sols inondés des berges du Massili et leur influence sur la répartition des hygrophytes, Burkina Faso

M. B. LAMIZANA-DIALLO¹, F.J.P. PALLO²,
J. MILLOGO-RASOLODIMBY¹

Résumé

L'étude menée sur les berges du Massili démontre qu'il existe un fort degré de ressemblance de tous les sols situés dans la zone de marnage, aussi bien en amont qu'en aval du barrage de Loumbila, tant du point de vue morphologique que des propriétés physico-chimiques. La description morphologique des différents profils de ces sols montre un sol à texture fine sur toute son épaisseur, une structure massive à faiblement développée en éléments polyédriques subangulaires et des caractères d'hydromorphie matérialisés par des taches dès l'horizon de surface. Ce type de sol dont la pédogenèse est dominée par le processus d'hydromorphie est caractérisé par un pH acide à très acide. Ces sols acides sont limoneux, relativement peu argileux et pauvres à très pauvres en certains éléments minéraux tels le phosphore assimilable et l'azote total. L'étude montre également que la végétation de la plaine alluviale évolue peu (ou pas du tout) en fonction des caractères pédologiques qui y sont relativement uniformes. En effet, les sols hydromorphes sont par définition liés à la présence de l'eau et présentent en général une végétation caractéristique. Il apparaît ainsi que les conditions hydrologiques sont déterminantes pour expliquer la répartition des hygrophytes et l'engouement des paysans pour ces sols, bien que très pauvres en certains éléments minéraux. La présence de l'eau est la raison principale de l'occupation de ces sols pour la pratique agricole.

Mots-clés : sols hydromorphes, plantes hygrophytes, amont, aval, Massili, Burkina Faso.

Characteristics of Massili river bank soils and their influence on hygrophytes repartition, Burkina Faso

Abstract

The study on the Massili river bank shows that river bank soils, wherever situated, upstream or downstream Loumbila dam, present a great similarity both on the morphologic aspect and the chemistry one. The morphologic description of the different soils shows a soil with a fine texture on all its depth, a massive structure weakly developed with polyhedral elements and hydromorphic characteristics materialised by marks since the top surface. This type of soil, dominated by the hydromorphic process is characterized by an acid to very acid pH. These acid soils are muddy and relatively not very clayey. They are also very poor

¹ Université de Ouagadougou, UFR/SVT, Laboratoire de Biologie et Ecologie Végétales, 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso, e-mail : birguy.lamizana@yahoo.fr

² Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), 04 BP: 8645 Ouagadougou 04

in some mineral elements such as phosphorus and nitrogen. This study also proves that soils characteristics, relatively uniform, have little (no) effect on floodplain plants repartition. It appears that, hygrophytes repartition is more linked to hydrological conditions than the soils ones. Indeed, hydromorphic soils are, by definition linked to water and present, generally, a characteristic flora. Therefore, the hydrological conditions are determinant to explain the hygrophytes repartition and the infatuation of peasant for these soils even if they are poor in some basic mineral. The presence of water, is being the main reason of the use of these soils for agricultural purpose.

Keywords: hydromorphic soils, hygrophytes plants, upstream, downstream Massili, Burkina Faso.

Introduction

Les berges de la plupart des cours d'eau du Burkina Faso sont occupées par les cultures : riz pluvial en saison humide, maraîchage en saison sèche ; ce qui conduit progressivement à l'ensablement et à un tarissement très précoce de ces cours d'eau. La connaissance des caractéristiques de ces sols très prisés par les paysans permettrait d'expliquer d'une part les raisons de l'engouement des agriculteurs pour leur exploitation et d'autre part de proposer une solution pour améliorer la qualité des sols situés plus en retrait, afin d'obtenir un meilleur rendement agricole, tout en préservant le lit du fleuve. En effet, les cultures maraîchères devraient être pratiquées à 50 m environ au delà de la zone de marnage afin d'éviter l'acheminement des sédiments dans le lit des cours d'eau.

Par ailleurs, ces berges inondées en période de crue et exondées à l'étiage constituent aussi un habitat préféré des hygrophytes. Ceux-ci étant des espèces végétales qui vivent dans des biotopes dont le sol et/ou l'atmosphère sont saturés d'eau (RAMADE, 1993) et qui se développent dans les plaines alluviales. De ce fait, Il est aussi intéressant de voir de près les caractéristiques de ces sols et leur influence sur la répartition des herbacées. En effet, SKINNER *et al.* (1994) déterminaient six facteurs principaux influençant la distribution des plantes des zones humides : la hauteur de la crue, la durée de la crue, le moment de la crue, la nature du sol (hydromorphie), la salinité et la turbidité. La couverture végétale joue un rôle très important dans la protection des sols des rives des cours d'eau. En effet, le feuillage des ligneux et les graminées constituent un écran face aux agents de la dynamique érosive. Cette fonction protectrice du couvert végétal est fragilisée par l'homme à travers ses multiples aménagements du paysage. Ces hygrophytes pourraient ainsi être utilisés comme bande de servitude pour ces cours d'eau.

La présente étude est menée sur les berges du Massili, un affluent du Nakambé (ex. Volta Blanche) en amont et en aval de la retenue d'eau de Loumbila, respectivement à Dapélogo et à Gampéla, à la suite des travaux suivis dans les années 2003-2004 (LAMIZANA-DIALLO, 2005).

L'objectif de ce travail est de déterminer les caractéristiques physico-chimiques des sols des berges du Massili et de voir si ces sols influent sur la répartition des herbacées sur ces berges. Cela permettra de proposer d'une part, sur la base des résultats obtenus, une amélioration de la qualité des sols situés loin des berges pour une production alimentaire compatible avec la préservation de l'environnement, et d'autre part, l'utilisation des hygrophytes comme bande de servitude pour la protection des cours d'eau.

Matériel et méthodes

Situation de la zone d'étude

La zone d'étude se situe dans le bassin du Massili et appartient à une zone des vallées, d'altitude relativement basse. En effet, les quatre stations sont situées dans des plaines alluviales à topographie quasi-plate avec des pentes variant de 0,13 à 0,36 % (LAMIZANA -DIALLO, 2005).

Localisée en zone nord-soudanienne de la péninsule centrale, le bassin versant du Massili draine plusieurs affluents sur lesquels ont été construits de nombreux petits barrages dont le plus imposant est celui de Loumbila. Ce bassin appartient au régime tropical pur caractérisé par une période des hautes eaux de juillet à septembre et par un arrêt de l'écoulement dont la date est de plus en plus précoce lorsqu'on remonte vers la source (LAMIZANA-DIALLO, 2005).

Selon ZONGO (1991 et 1993), tout le bassin versant des barrages et toute la région centrale se situent sur un substratum basal imperméable d'âge birimien. Dans les cuvettes où coulent les rivières comme le Massili, on trouve des sols hydromorphes à pseudogley structurés sur du matériau argilo-sableux. Ces sols sont gris à gris sombre en surface, ocre en profondeur et bruns sur les bordures. Inondés une partie de l'année, ils se fendillent après le retrait de l'eau.

Choix des sites d'observations et paramètres de suivi

La première station, S1 (N 12°25,15 et Wo 01°20,34), a été choisie à Godin (Gampéla), après le pont franchissant le Massili. S6 (N12°27,37 et Wo 01°22,10) est distante d'environ 7 km de S1 en remontant le cours d'eau. Ces deux stations (S1, S6) se situent donc dans la zone en aval du barrage de Loumbila (figure 1).

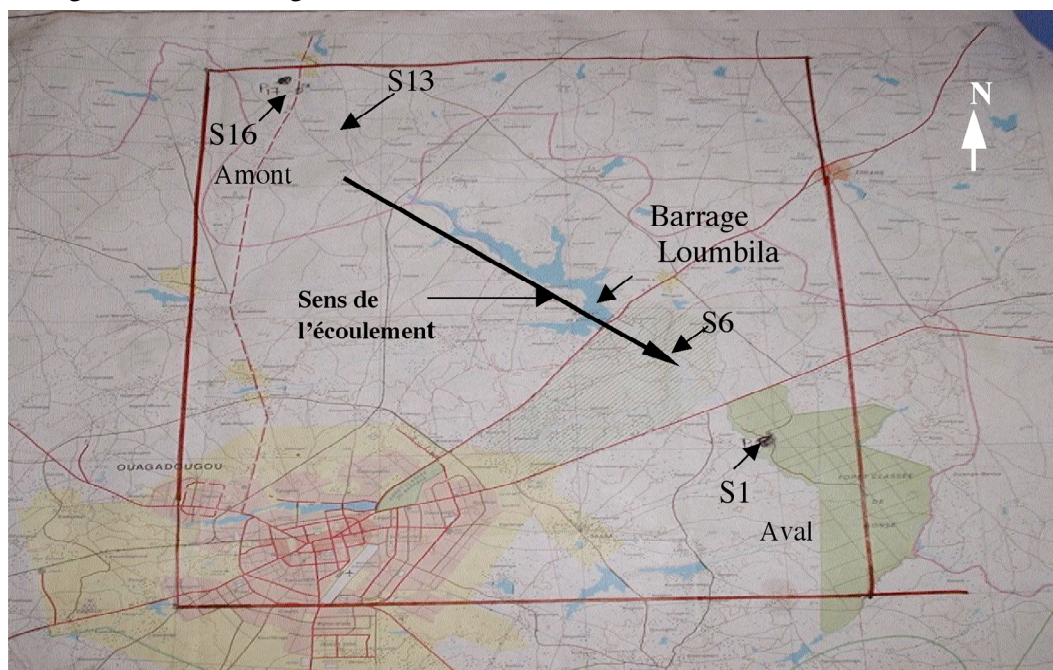


Figure 1. Zone d'étude délimitée sur carte topographique au 100 000^e, source Lamizana-Diallo, 2005.

La troisième station, S13 (N12°37,12 et Wo01°31,03) et la dernière, S16 (N12°39,09 et Wo01°32,37), se trouvent toutes deux à Dapélogo, sur les berges du Massili à l'entrée de la localité de Dapélogo (route nationale n° 22), en amont du barrage de Loumbila (figure 1). Ces stations choisies de manière à encadrer le barrage de Loumbila et à l'emplacement des hygrophytes dominants permettent une analyse comparative entre l'amont et l'aval.

Description et prélèvement des échantillons

Afin de pouvoir observer la distribution des racines, la variabilité du niveau de la nappe phréatique et mener une description morphologique des sols (structure, texture, consistance, porosité, couleur...), des fosses pédologiques d'une profondeur de 1,2 m ont été réalisées dans chacune des stations (photo 1). Les descriptions in situ ont été faites selon les Directives de la FAO (1994). En complément aux échantillons prélevés sur chaque horizon de profil pédologique, des échantillons de sol ont été prélevés à la tarière à 0-35 cm de profondeur en tenant compte surtout de l'enracinement des herbacées. Chaque échantillon a été conservé dans un sac plastique numéroté en vue des différentes analyses physiques (potentiel capillaire, granulométrie) ainsi qu'à des analyses chimiques (pH, carbone, azote total, phosphore total, phosphore assimilable). Des échantillons ont été conservés dans des boîtes de prélèvement hermétiquement fermées pour la mesure du degré d'humidité du sol.



Photo 1. Fosse pédologique, ici à S13, source Lamizana-Diallo, 2005.

Méthodes d'analyses physico-chimiques des sols

Les échantillons ont subi un traitement préalable avant toute analyse, hormis ceux devant servir à la détermination du degré d'humidité et de la granulométrie. En effet, les échantillons ont été écrasés puis passés au tamis de maille 2 mm. Une partie de cette terre fine recueillie a servi pour les analyses du pF et du pH. L'autre partie a été repassée au tamis de maille 0,5 mm pour les analyses de phosphore total et d'azote total, de phosphore assimilable et de carbone total. Toutes les analyses chimiques ont été réalisées par dosage automatique (RHODES, 1982 ; OKALEBO et *al.*, 2002).

Le potentiel capillaire du sol (pF)

Pour déterminer le pF d'un sol, les échantillons sont imbibés pendant 24 heures puis, mis sous pression pendant 24 heures, ensuite séchés à l'étuve à 105°C et pesés. Les pF 4,2 à 15 bars, pF 3,0 à 1 bar et pF 2,5 à 0,3 bar ont été déterminés.

La granulométrie

Le passage au tamis de 2 mm des échantillons séchés a permis de séparer la portion de « terre fine » sur laquelle a porté la suite des analyses, des « refus » correspondant aux graviers et aux cailloux. De cette « terre fine », on a détruit la matière organique à l'eau oxygénée (H₂O₂). Le sol a été ensuite dispersé à l'aide d'agents dispersants (citrate de sodium ou hexamétaphosphate de sodium) et agité mécaniquement par retournement. La terre préalablement tamisée puis dispersée jusqu'à l'état particulaire a été mise en suspension dans l'eau et laissée au repos dans une éprouvette graduée.

Une sédimentation de la suspension a été effectuée à température constante : les particules sont tombées avec des vitesses limites constantes proportionnelles à leur taille (loi de Stokes) sous réserve d'admettre approximativement que la particule est sphérique. Au bout d'environ 10 min., en décantant le liquide surnageant contenant les fractions de taille < 0,05 mm (limons et argiles) et en pesant le dépôt, on a obtenu le poids de sable. Une nouvelle sédimentation au bout de 8 heures a permis de séparer les limons et les argiles (OZENDA, 1982 ; SINSIN, 1993). Selon OZENDA (1982) et MATHEY et *al.* (1984), les constituants minéraux peuvent être classés, d'après la taille des particules qui les forment, en cailloux (+ de 2 cm), graviers (2 cm à 2 mm), sables grossiers (2 mm à 0,2 mm), sables fins (0,2 à 0,05 mm), limons grossiers (0,05 à 0,02 mm), limons fins (0,02 à 0,002 mm) et argiles (moins de 0,002 mm).

Le pH

Pour la mesure du pH, on a utilisé un pH-mètre à électrode de verre. Le pH eau et le pH KCl ont été mesurés. Pour ce faire, nous avons fait deux lots d'échantillons : dans chaque échantillon, nous avons mis 10 g de terre fine et ajouté 25 ml d'eau distillée. Dans les échantillons devant servir à mesurer le pH KCl, nous avons ajouté 1,88 g de KCl. Après agitation électrique pendant 1h, le pH a été déterminé.

Le carbone, l'azote total et le phosphore total

Le dosage du carbone organique a été effectué par la méthode de WALKLEY et BLACK (1934). L'azote total et le phosphore total du sol ont quant à eux été dosés par la méthode semi-micro Kjeldahl (KROM, 1980 ; SEARLE, 1984).

Le phosphore assimilable

La détermination du phosphore assimilable est basée sur le principe sulfo -molybdique qui donne une coloration bleue (BOLTZ et MELLON, 1948 ; WALINGA *et al.*, 1989). Le dosage de phosphore assimilable est obtenu par titration colorimétrique à 880 nm.

Résultats

Caractères morphologiques des profils

Données environnementales

Les différentes stations sont situées dans des plaines alluviales à topographie quasi-plate (figure 1, tableau I). Les alluvions constituent le matériau parental des sols. L'état hydrique est sec avec un drainage imparfait. La nappe phréatique n'a pas été atteinte à 1,20 m (profondeur de la fosse).

Tableau I. Données environnementales des profils de sol étudiés.

Caractère	S1	S6	S13	S16
Profil	PS1	PS6	PS13	PS16
Position physiographique	Plaine alluviale inondable		Plaine alluviale / Terrasse	Plaine alluviale inondable
Topographie environnante	Quasi-plate			
Pente	0-1%			
Matériau parental	Alluvions			
Drainage	Imparfait		Modérément lent	Imparfait
Autres observations	Quelques fentes de dessiccation à la surface	Frais à partir de 20 cm de profondeur	-	-

Description morphologique des profils

La description morphologique détaillée des quatre stations indique (tableau II et III) que S1 est peu structurée après 14 cm de profondeur, avec une texture « limon fin ». Les différents horizons sont H1 (0 - 14 cm), H2 (14 - 52 cm), H3 (52 - 115 cm). S6 a une texture fine (limon fin) sur toute l'épaisseur. La structure moyennement à fortement développée dans l'horizon supérieur, devient faiblement développée au-delà de 30 cm de profondeur. Les différents horizons sont H1 (0 - 10 cm), H2 (10 - 30 cm), H3 (30 - 80 cm) et H4 (80 - 120 cm). S13 a une structure faiblement développée sur toute l'épaisseur, une texture « limon fin » en surface et limoneuse en profondeur. L'horizon profond se distingue des précédents par sa couleur (brun pâle à jaune brunâtre)

et par la présence des taches. Il y a également apparition de quelques graviers ferromanganiques après une vingtaine de centimètres de profondeur. Les différents horizons sont H1 (0 - 17 cm), H2 (17 - 52 cm) et H3 (52 - 115 cm). S16 a une texture fine sur toute l'épaisseur : limon fin pour les deux premiers horizons, argile sableuse pour les deux horizons suivants et limon sableux pour le dernier horizon. Le pourcentage des taches croît avec la profondeur. Le profil est peu structuré dans l'ensemble. Nous avons noté également la présence de quelques graviers ferromanganiques dans le dernier horizon. Les différents horizons sont H1 (0 - 10 cm), H2 (10 - 25 cm), H3 (25 - 40 cm), H4 (40 - 74 cm) et H5 (74 - 118 cm) (tableaux II et III).

D'après la classification française (CPCS, 1967), les sols de S1, S6 et S16 sont hydromorphes peu humifères à pseudogley d'ensemble. Par contre, S13 est classé en sol ferrugineux tropical lessivé hydromorphe. Les premières observations morphologiques font plutôt état d'une ressemblance du point de vue textural et structural des 4 stations : en amont (S13 et S16) et en aval (S1 et S6) du barrage (figure 2).

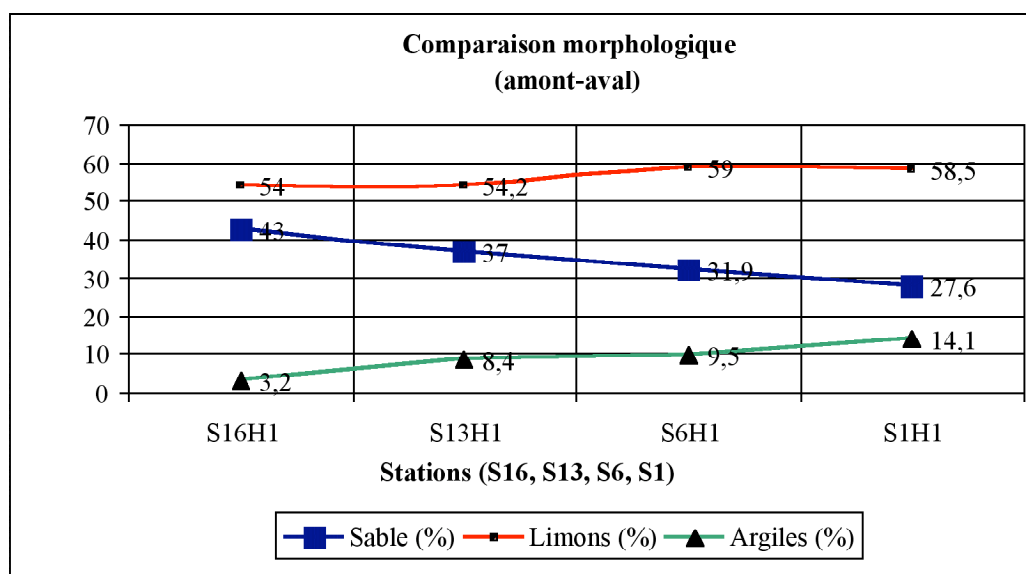


Figure 2. Comparaison amont – aval des premiers horizons des quatre stations S16, S13, S6 et S1.

Tableau II. Synthèse des caractères morphologiques des profils de sites étudiés.

	S1	S6	S13	S16
Profil	PS1	PS6	PS13	PS16
Épaisseur (cm)	114	120	115	118
Couleur (à l'état humide)	Matrice Brun grisâtre (10YR5/2) sur toute l'épaisseur du profil	Gris (10YR5/1) devenant brun grisâtre clair (10YR5/2), puis gris (10YR5/1)	Gris foncé (10YR4/1) devenant brun à brun foncé (10YR4/3) puis jaunâtre en profondeur	Brun grisâtre (10YR5/2) devenant brun pâle (10YR6/3) ; puis brun grisâtre (10YR6/2) et gris (10YR5/1) en profondeur
Taches	Quelques taches brun jaunâtre foncé (10YR4/6) ; puis 5% de taches brun fort dans l'horizon intermédiaire et 20% de taches gris foncé (7,5YR3/0) et brun jaunâtre foncé (10YR4/6) en profondeur	5% de taches brun jaunâtre (10YR5/6) ; puis 10% de taches brunes à brun foncé (7,5YR4/4) dans l'horizon intermédiaire et 30% de taches brun jaunâtre foncé (10YR4/6) en profondeur	Quelques taches brun jaunâtre (10YR4/6) ; puis 2% de taches brun foncé (7,5YR4/4) dans l'horizon intermédiaire et 10% de taches brun fort (7,5YR5/6) en profondeur	Quelques taches brun fort (7,5YR4/6) ; puis 20% de taches brun foncé (7,5YR3/2) et 30% de taches brun fort (7,5YR5/8) en profondeur
Texture	Limons fins sur toute l'épaisseur du profil	Limons fins sur toute l'épaisseur	Limons fins devenant limoneux en profondeur	Limons fins devenant limoneux et argilo-sableux puis limoneux et limoneux en profondeur
Éléments grossiers (>2mm)	-	-	Quelques graviers ferromanganiques après 52 cm de profondeur	Quelques graviers ferromanganiques dans l'horizon de profondeur
Structure	Moyennement à faiblement développée polyédrique subangulaire sur toute l'épaisseur du profil	Fortement à moyennement développée polyédrique subangulaire devenant moyennement puis faiblement polyédrique subangulaire en profondeur	Faiblement développée polyédrique subangulaire sur toute l'épaisseur du profil	Faiblement développée polyédrique subangulaire sur toute l'épaisseur du profil
Classification du sol (CPCS, 1967)	Sol hydromorphe peu humifère à pseudogley d'ensemble	Sol hydromorphe peu humifère à pseudogley d'ensemble	Sol ferrugineux tropical lessivé hydromorphe	Sol hydromorphe peu humifère à pseudogley d'ensemble

Caractères physico-chimiques des sols

Caractéristiques physiques

Analyse granulométrique et sédimentométrique

La texture est fine avec une forte dominance de limon (tableaux III et IV). Il n'y a pas de sables grossiers. L'allure générale des courbes granulométriques (figures 3, 4, 5 et 6) confirme la texture fine de ces sols.

Le potentiel capillaire du sol (pF)

Les résultats obtenus varient de 30 % à 36 % pour le pF2,5, de 23 % à 29 % pour le pF3 et de 15% à 22 % pour le pF4,2. La réserve d'eau utile (RU) calculée à partir des pF 4,2 et 2,5 varie de 13,86 % à 17,15 % (tableau IV).

Tableau III. Propriétés physiques des profils de sols étudiés.

Position	Site	N° Profil	Distance par rapport au lit du cours d'eau (m)	Végétation dominante	Désignation des horizons	Epaisseur (cm)	Granulométrie (%)		
							Sables totaux (50-2000 μm) %	Limons totaux (2-50 μm) %	Argiles (0-2 μm) %
Aval Retenue de Loumbila	S1	PS1	28,3	V. n	PS1H1	0-14	27,6	58,5	14,1
					PS1H2	14-52	31,1	55,6	12,8
					PS1H3	52-114	31,0	59,2	10,3
	S6	PS6	4,0	O.b C.e	PS6H1	0-10	31,9	59,0	9,5
					PS6H2	10-30	27,8	67,1	5,6
					PS6H3	30-80	29,9	66,8	3,2
					PS6H4	80-120	35,5	61,3	3,5
Amont Retenue de Loumbila	S13	PS13	30,0	P. l P. a	PS13H1	0-17	37,0	54,2	8,4
					PS13H2	17-52	41,7	47,6	11,2
					PS13H3	52-115	39,3	49,4	10,9
	S16	PS16	29,6	H. s M. c	PS16H1	0-10	43,0	54,0	3,2
					PS16H2	10-25	37,6	25,4	36,5
				PS16H3	25-40	45,6	7,9	46,1	
				PS16H4	40-74	40,1	44,5	15,9	
				PS16H5	74-118	47,7	47,6	4,3	

Légende :

Dist/lit. : distance par rapport au lit ;

PSxHx : Station x, horizon x

C.e.: *Cyperus esculentus*

V.n. : *Vetiveria nigriflora* ;

P.a. : *Panicum anabaptistum*

O.b.: *Oryza barthii*

P.l. : *Panicum laetum*

H.s.: *Hyptis spicigera*

M.c. : *Melochia corchorifolia*

Tableau IV. Propriétés physiques des échantillons de sol prélevés à la tarière (sondage).

Position	Site	N° sondage	Dist/ au lit (m)	V° D	Epaisseur (cm)	Granulométrie (%)			pF (%)			R.U
						Sables	Limons	Argiles	2,5	3,0	4,2	
Aval retenue de Loubila	S1	PS1T1	4,4	V. n	0-35	42	51	7	33	26	18	15
	S6	PS6T1	50	O.b C.e	0-35	27	62	11	36	29	22	14
Amont retenue de Loubila	S13	PS13T1	27	P.l P. a	0-35	45	50	5	32	23	15	17
	S16	PS16T1	2,5	H. s M. c	0-35	35	63	2	30	24	16	14

Légende :

Dist/lit. : distance par rapport au lit	V°. D. : Végétation dominante ;
V.n. : <i>Vetiveria nigrinata</i>	O.b. : <i>Oryza barthii</i>
RU : Réserve d'eau utile	pF : Point de flétrissement
C.e. : <i>Cyperus esculentus</i>	P.a. : <i>Panicum anabaptistum</i>
P.l. : <i>Panicum laetum</i>	T1 : échantillon prélevé à la tarière
H.s. : <i>Hyptis spicigera</i>	PSxTx : Station x, tarière x
M.c. : <i>Melochia corchorifolia</i>	

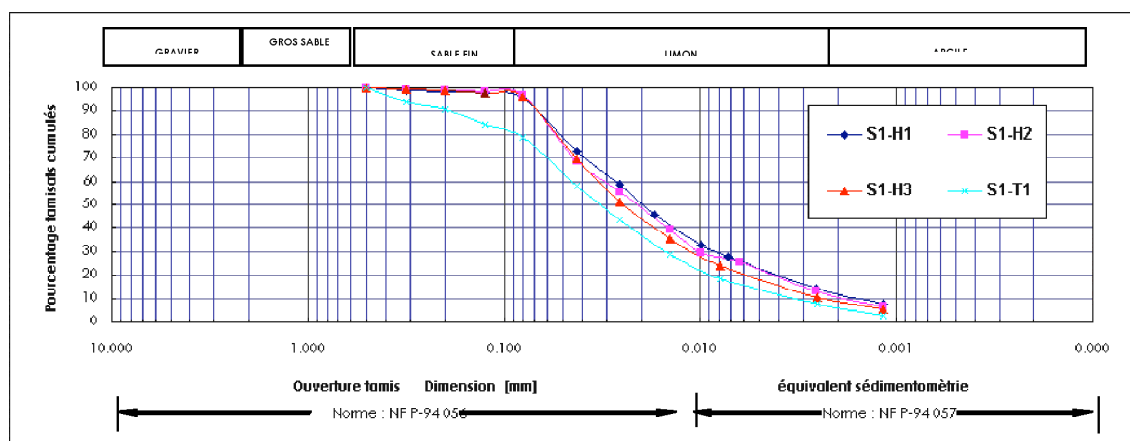


Figure 3. Courbes sédimentométriques et granulométriques de S1.

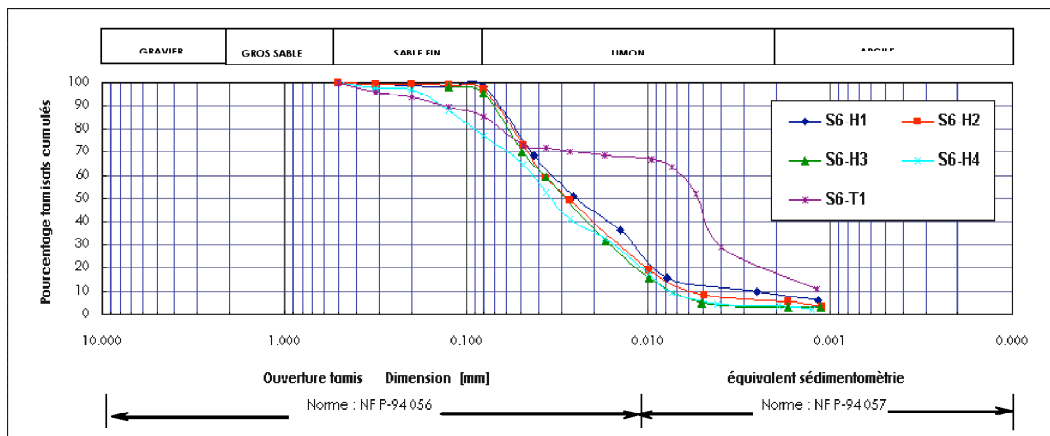


Figure 4. Courbes sédimentométriques et granulométriques de S6.

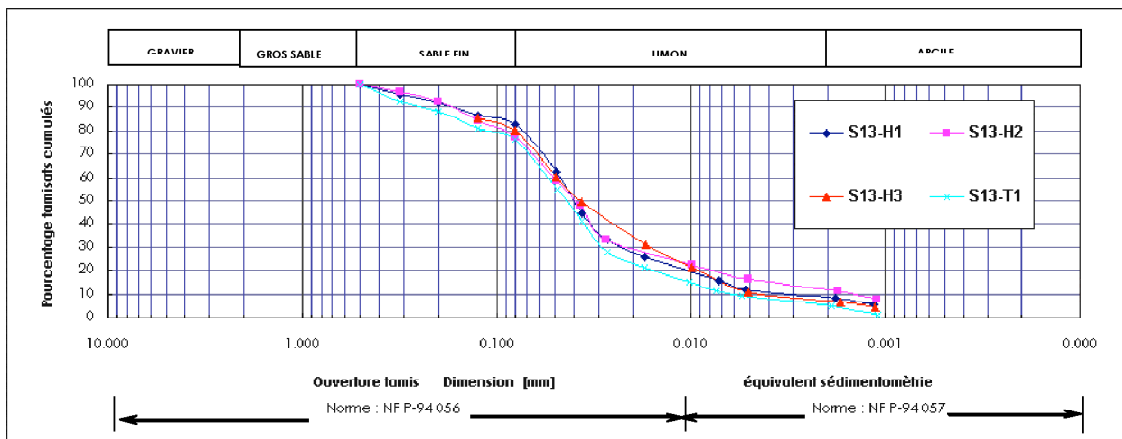


Figure 5. Courbes sédimentométriques et granulométriques de S13.

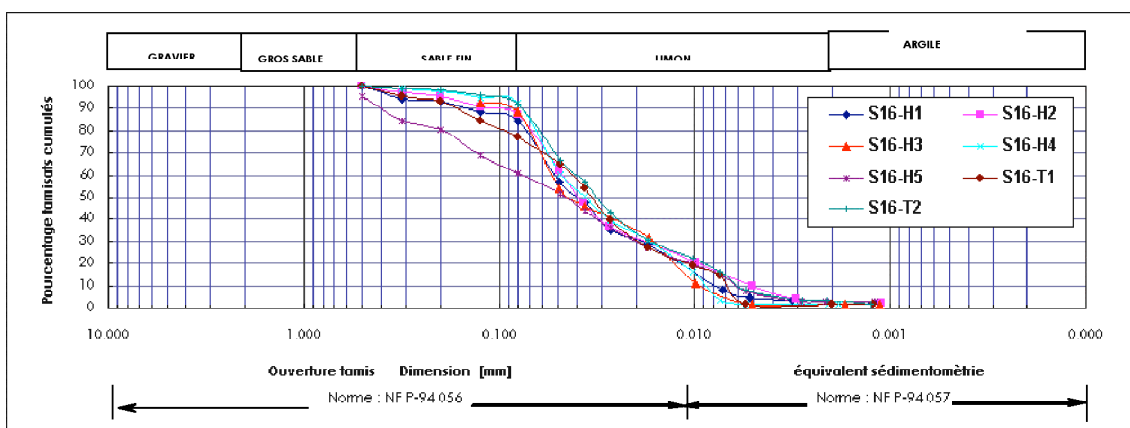


Figure 6. Courbes sédimentométriques et granulométriques de S16.

Caractéristiques chimiques

Le pH

Les pH obtenus sont fortement acides (4,0 à 4,9) sur toutes les stations, comme l'atteste le tableau V.

Le phosphore total (P₂O₅) et le phosphore assimilable

Le phosphore total et le phosphore assimilable présentent respectivement un taux inférieur à 500 mg-P/kg et à 11 mg-P/kg et varient respectivement de 101 mg-P/kg à 447 mg-P/kg et de 0,65 à 10,96 mg-P/kg, les premiers horizons étant les plus riches (figure 7).

La matière organique (MO, l'azote total et le carbone total)

Les résultats obtenus sont compris entre 0,3 % et 3,2 % de MO. Ils montrent également une décroissance des teneurs en MO avec la profondeur (figure 7).

Les valeurs obtenues pour l'azote total varient de 0,20 g/kg sol à 0,52 g/kg sol pour les horizons inférieurs et de 0,52 g/kg sol à 1,13 g/kg sol pour les premiers horizons (tableau V).

Les valeurs obtenues pour le carbone varient de 1,96 g/kg sol à 18,6 g/kg sol pour les horizons inférieurs et de 13,96 g/kg sol à 6,51 g/kg sol pour les premiers horizons (tableau 5). Les valeurs de C/N obtenues varient de 10 à 17 pour tous les horizons, hormis PS6H1 qui renferme le plus fort taux de carbone total et le plus faible taux d'azote total notés dans les horizons supérieurs des quatre profils (figure 7).

Tableau V. Propriétés chimiques des profils de sols étudiés.

Position	Site	réf- érence	Epaisseur horizon (cm)	M.O %	C-total (g/kg)	N-total (g-N/kg)	C/N	P-total (mg-P/kg)	P-ass. (mg-P/kg)	pHeau	pHkcl
Aval retenue de Loubila	S1	PS ₁ H ₁	0-14	2,4	13,96	0,83	17	447	10,96	4,92	4
		PS ₁ H ₂	14-52	1,0	6,03	0,37	16	559	8,89	4,21	3,25
		PS ₁ H ₃	52-114	0,6	3,25	0,25	13	355	2,02	4,53	3,45
	S6	PS ₆ H ₁	0-10	3,0	17,39	0,52	33	271	6,14	4,09	3,41
PS ₆ H ₂		10-30	1,1	6,51	0,52	12	329	6,83	4,67	3,87	
PS ₆ H ₃		30-80	0,6	3,29	0,25	13	213	1,33	4,51	3,65	
PS ₆ H ₄		80-120	0,5	3,08	0,25	12	360	4,77	4,64	3,58	
Amont retenue de Loubila	S13	PS ₁₃ H ₁	0-17	2,9	16,83	0,97	17	300	3,4	4,92	4,43
		PS ₁₃ H ₂	17-52	0,9	5,43	0,37	15	184	1,33	4,51	4,01
		PS ₁₃ H ₃	52-115	0,3	1,96	0,20	10	101	0,65	4,78	4,17
	S16	PS ₁₆ H ₁	0-17	3,2	18,6	1,13	17	302	4,08	4,63	3,88
		PS ₁₆ H ₂	17-25	0,9	5,51	0,37	15	211	1,33	4,57	3,67
		PS ₁₆ H ₃	25-40	1,1	6,51	0,37	18	241	1,33	4,66	3,78
		PS ₁₆ H ₄	40-74	0,7	4,1	0,37	11	212	0,65	4,67	3,71
		PS ₁₆ H ₅	74-118	0,4	2,33	0,25	10	153	1,33	4,51	3,71

Légende :

M.O : Matière organique

C-total : Carbone total

P-total : Phosphore total

N-total : Azote total

P-ass. : Phosphore assimilable

SxHx: Station x, horizon x

C/N : Rapport Carbone total –Azote total

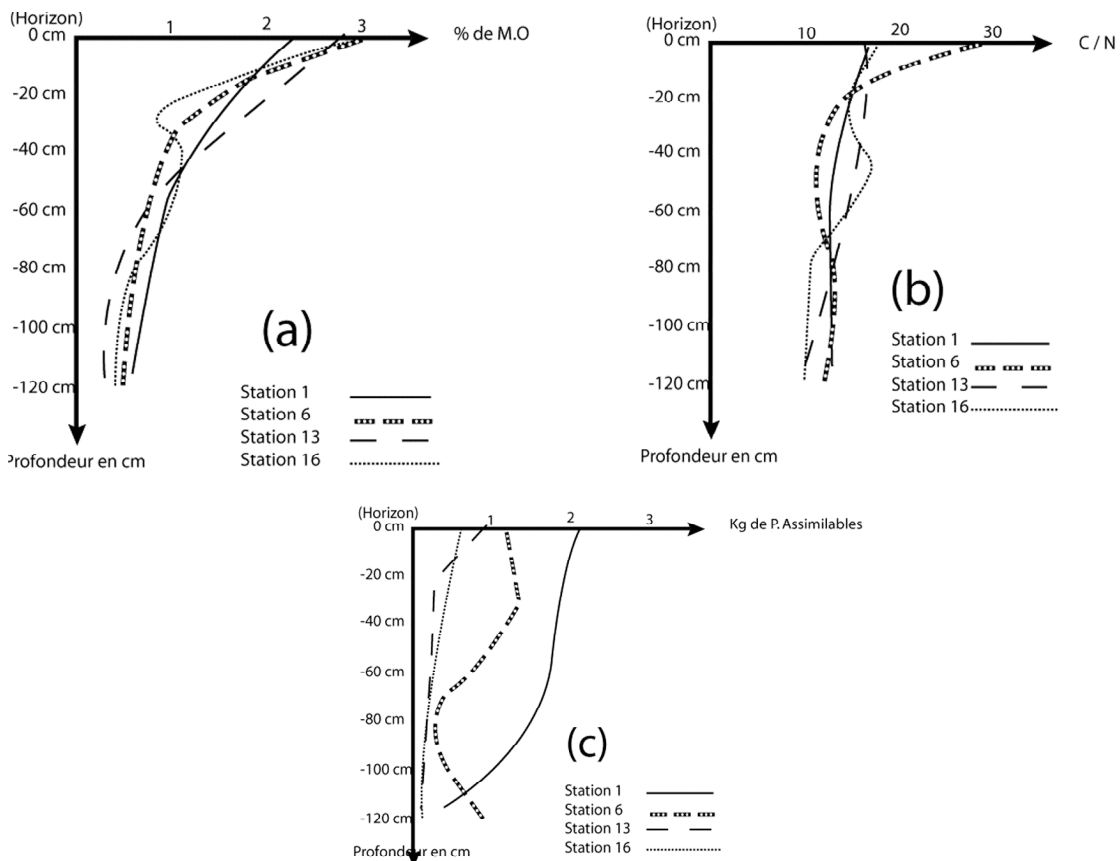


Figure 7. Courbe de variation des matières organiques, C / N et P. assimilable en fonction de la profondeur.

Discussion

Les premières observations morphologiques font état d'une ressemblance du point de vue textural et structural des quatre stations : (S1 et S6) en aval et (S13 et S16) en amont.

Cependant, l'analyse granulométrique montre un affinement des sédiments vers l'aval (figure 2). A ce sujet, AMOROS et PETTS (1993) notaient que dans un cours d'eau peuvent apparaître des différences entre l'amont et l'aval en relation avec l'affinement des sédiments vers l'aval et que des modifications analogues peuvent se rencontrer dans un même cours d'eau non seulement selon un gradient longitudinal mais aussi selon un gradient transversal depuis les levées de berge à proximité immédiate du chenal actif vers les dépressions marginales où les dépôts alluviaux sont plus fins et les sols plus hydromorphes.

Les analyses granulométrique et sédimentométrique (tableaux III et IV) confirment les résultats obtenus par l'observation *in situ* bien que cette dernière montrait une tendance plus argileuse. La texture est fine avec une forte dominance de limon. Les courbes granulométriques (figures 3, 4, 5 et 6) confirment la texture fine de ces sols. Ces résultats sont acceptables vue la situation géomorphologique de plaine colluvio-alluviale des stations : le cours d'eau favorisant un dépôt sédimentaire non négligeable.

Les résultats obtenus corroborent ceux de GUINKO (1984) selon lesquels, les sols hydromorphes inondés occupaient généralement les plaines alluviales ou colluvio-alluviales longeant le réseau hydrographique ou cernant les mares et lacs. Ils corroborent également les résultats obtenus par le BUNASOLS (1988) à Gampèla qui notait des sols peu évolués d'apport alluvial hydromorphe et dont la genèse est liée au système colluvio-alluvial.

Concernant le potentiel capillaire du sol (pF), les résultats obtenus varient de 30 % à 36 % pour le pF 2,5, de 23 % à 29 % pour le pF 3 et de 15 % à 22 % pour le pF 4,2. Les prélèvements ayant été effectués en fin de saison pluvieuse, donc en période de dessiccation, ces résultats sont acceptables. En effet, la variation du pF est fonction de l'humidité du sol. En fait, cette relation entre teneur en eau et potentiel diffère selon qu'elle est établie sur un sol en cours d'assèchement ou de réhumectation pour un potentiel donné, la teneur en eau est plus grande dans le premier cas que le second pour une valeur donnée du pF. En général, les sols à particules fines possèdent un point de flétrissement permanent élevé car les argiles retiennent plus d'eau que les sables et les colloïdes humiques plus que les argiles. La réserve d'eau utile (RU) calculée à partir des pF 4,2 et 2,5 varie de 13,86 % à 17,15 % (tableaux III et IV). Ces résultats corroborent ceux de LEMEE (1978) pour qui les sols ont une teneur en eau d'autant plus élevée pour un même potentiel qu'ils sont plus riches en éléments fins. Le BUNASOLS (1988) trouvait une RU moyenne pour ce type de sol. Le pF temporaire à partir duquel les plantes absorbent difficilement l'eau du sol correspond à un pF compris entre 3,9 et 4 (SOLTNER, 1977). Les plantes hygrophytes ont besoin de beaucoup d'eau facile à prélever, donc à faible pF. Aussi, leur répartition et dynamique sont fonctions de l'humidité des sols des berges des cours d'eau, donc des conditions hydrologiques.

Quant au pH, les résultats montrent une forte acidité 4,0 à 4,9 (tableau V). Ces résultats sont plus faibles que ceux obtenus par le BUNASOLS (1988) pour la zone de Gampèla (5,0 à 6,8). Cette acidité peut être liée au processus de décomposition de la MO qui est lente dans cette zone de marnage. Chaque fois que le milieu est trop acide ou trop humide et insuffisamment aéré, le déroulement des fonctions biologiques est modifié et aboutit à des substances en général défavorables à la croissance végétale et au maintien d'une bonne structure. En effet, selon DUSSART (1979), c'est entre un pH 6 et 8 que les sols sont favorables aux espèces végétales que l'homme cultive. Il s'en suit qu'une éventuelle mise en valeur agricole des sols étudiés ici nécessiterait des investigations supplémentaires sur les causes et les conséquences de ces faibles pH. N'ayant pas présumé du caractère très acide des sols, la mesure du potentiel redox, de même que celle de l'aluminium échangeable, n'a pas été réalisée. Cette analyse aurait été importante car il y a risque de toxicité aluminique pour un pH < 5. En effet, selon LEMEE (1978), lorsque le pH est au-dessous de 4, des phénomènes pathologiques apparaissent.

Le taux de matière organique (MO) obtenu, est compris entre 0,3 % et 3,2 %, ce qui montre que ces sols sont riches en matière organique. Ce taux dépend généralement de la texture du sol, du climat, de l'acidité et de l'humidité du milieu. En effet, les échantillons ont été prélevés dans le lit majeur, qui réunit ces conditions du milieu. Ces résultats corroborent ceux de BOYADGIEV (1980), qui trouvait qu'au Burkina Faso, les sols hydromorphes sont relativement plus riches que les autres sols qui ont en général une teneur en MO faible (< 1%). Ils confirment également les résultats de SOLTNER (1977) selon lesquels, pour une teneur en argile comprise entre 10 % et 30 %, la MO varie de 2 % à 2,5 %. Les résultats montrent également une décroissance des teneurs en MO avec la profondeur (figure 7), ce qui est tout à fait normal car les débris animaux et végétaux s'accumulent le plus souvent en surface ou dans les premiers horizons.

En ce qui concerne l'azote total, les valeurs obtenues varient de 0,20 g/kg sol à 0,52 g/kg sol pour les horizons inférieurs et de 0,52 g/kg sol à 1,13 g/kg sol pour les premiers horizons (tableau V). Ces résultats sont en conformité avec ceux de BOYADGIEV (1980), pour lequel, les sols du Burkina Faso sont en général très pauvres en azote total et les valeurs sont inférieures dans 71% des cas à 0,06 % avec une teneur plus élevée pour les vertisols et les sols peu évolués. De même, le BUNASOLS (1988), trouve pour les sols à Gampèla, un taux <0,5 %.

Les valeurs obtenues pour le carbone varient de 1,96 g/kg sol à 6,51 g/kg sol pour les horizons inférieurs et de 13,96 g/kg sol à 18,6 g/kg sol pour les premiers horizons (tableau V). Le taux du carbone étant lié à la présence de la végétation, la richesse relative des horizons superficiels s'explique.

L'azote et le carbone vont de pair. Le rapport C/N du sol renseigne sur le degré de décomposition de la MO. Les récentes données pédologiques indiquent qu'un C/N faible signifie une MO stable. Un rapport C/N supérieur à 10 est l'indice d'une activité biologique plus faible ou de la présence de MO à C/N très élevé (SOLTNER, 1977). Les valeurs obtenues varient de 10 à 17 pour tous les horizons hormis S6H1 qui renferme le plus fort taux de carbone total et le plus faible taux d'azote total notés dans les horizons supérieurs des quatre profils. C'est aussi l'horizon de surface le plus acide. Ce qui pourrait justifier le C/N élevé, le milieu acide n'étant pas favorable à la décomposition de la MO. Ces résultats sont acceptables pour des sols de bas-fond où un taux assez élevé d'humus est attendu. La figure 7, montre la variation de ce paramètre pour les quatre stations (S1, S6, S13 et S16).

Les valeurs obtenues pour le phosphore sont faibles (tableau V). En effet, le phosphore total et le phosphore assimilable présentent respectivement un taux inférieur à 500 mg-P/kg et à 11 mg-P/kg et varient respectivement de 101 mg-P/kg à 447 mg-P/kg et de 0,65 à 10,96 mg-P/kg, les premiers horizons étant les plus riches (figure 7).

Conclusion

Les sols des quatre stations étant tous hydromorphes et situés dans la zone de marnage, ils ont un fort degré de ressemblance, entre l'amont et l'aval tant du point de vue morphologique que de la composition physico-chimique. Les sols hydromorphes sont par définition liés à l'eau et présentent en général une végétation caractéristique, adaptée à ce type de sol qui est quelque peu acide. Les caractéristiques physico-chimiques de ces sols, dans ce cas-ci, n'influencent pas la répartition des hygrophytes. La pédogenèse étant dominée par les processus d'hydromorphie, il apparaît ainsi que les conditions hydrologiques sont déterminantes pour expliquer la répartition des formations végétales. Les sols acides à S1, S6, S13 ou S16, sont très limoneux et relativement peu argileux et pauvres à très pauvres en certains éléments minéraux tels le phosphore assimilable et l'azote total. La convoitise de ces sols par les paysans, ne peut s'expliquer donc que par la présence du plan d'eau et par le fait que ces sols sont plus meubles.

Au terme de cette étude, il apparaît clairement que les sols des berges des cours d'eau ne sont pas particulièrement adaptés pour les pratiques agricoles, mais que c'est plutôt la proximité d'avec le plan d'eau qui les rend attractifs. De plus, l'utilisation de ces espaces pour les cultures de contre saison et la riziculture pluviale, conduit peu à peu à l'ensablement des cours d'eau et à leur comblement progressif. C'est en cela que la conservation ou la restauration d'un hydro-système fluvial demande une gestion active qui implique un contrôle des activités humaines :

réglementation de l'occupation des sols, surveillance et gestion de la ressource hydrique du cours actif et contrôle des différentes activités connexes.

Remerciements

Les auteurs remercient le laboratoire Eau-Sols-Plantes de l'INERA/Kamboinsé, particulièrement Monsieur N. WANDAOGO, le laboratoire Mécanique des sols de l'EIER/ETSHER (2iE), particulièrement Monsieur I. GUENE et le BUNASOLS pour avoir accordé des facilités pour les analyses des sols, dans le cadre de ce travail.

Références citées

- AMOROS C. et PETTS G.E., 1993.** Hydrosystèmes fluviaux. Collection d'écologie, N° 24, Masson, Paris, ISBN 2-225-84246-9, 297p.
- BOLTZ D.F., MELLON M.G., 1948.** "Spectrophotometric determination of phosphate as molybdiphosphoric acid", Analytical chemistry, Vol. 20, n° 8. p. 749-751.
- BOYADGIEV T. G., 1980.** Création d'un service des sols, Haute- Volta. Etat des connaissances des sols. Rapport établi sur la base des travaux de T.G. BOYADGIEV. FAO- Rome. 33p.
- BUNASOLS, 1988.** Etude pédologique de la station expérimentale de Gampela, éch. 1/5000. rapport techn. n° 59, 46p.
- C.P.C.S., 1967.** Classification française des sols. Edit. 1967. Laboratoire de géologie, pédologie de l'ENSA. Grignon, France, 77p.
- DUSSART B., 1979.** Principes et applications de l'écologie - 2 - les milieux vivants. Librairie Vuibert, Paris, ISBN :2-7117-6025-1, 61p.
- FAO, 1994.** Directives pour la description des sols. 3ème édition (révisée). Services des sols-ressources aménagement et conservation. Division de la mise en valeur des terres et des eaux. FAO, Rome. Italie. 73p.
- GUINKO S., 1984.** Végétation de la Haute-Volta. Thèse d'Etat, Université de Bordeaux III. France. 318 p.
- KROM M., 1980.** "Spectrophotometric determination of ammonia; a study of modified Berthelot reaction using Salicylate and dichloroisocyanurate", The analyst.
- LAMIZANA-DIALLO M. B., 2005.** Effet du régime de la crue naturelle fluviale sur les hygrophytes. Cas d'un bief du Massili- Burkina Faso. Mémoire de DEA. Laboratoire d'écologie et de biologie végétale. UFR-SVT, Université de Ouagadougou. Burkina faso. 77p.
- LEMEE G., 1978.** Précis d'écologie végétale. Maîtrise de biologie, Masson, Paris, ISBN 2-225-48257-8, 285 p.
- MATTHEY W., DELLA SANTA E. et WANNENMACHER C., 1984.** Manuel pratique d'écologie. (Eds) Payot, Lausanne, Suisse, 204 p.
- OKALEBO R.J., GATHAU W.K. and WOOMER P.L., 2002.** Laboratory methods of soil and plant analysis: a working manual. The 2nd ed. TSBF-CLAT and sacred Africa, Nairobi, Kenya.
- OZENDA P., 1982.** Les végétaux dans la biosphère. Dion (eds.) Paris, ISBN 2-7040-0399-8, p.11-362.
- RAMADE F., 1993.** Dictionnaire encyclopédique et des sciences de l'environnement. Ediscience intern., Paris, ISBN 2-84074-037-0.
- RHODES J.D., 1982.** Methods of soils analysis. Part 2. 2nd ed. (A.L.Page, R.H. Miller and D.R. Keeney, eds.) American society of Agronomy. Madison, USA.
- SEARLE P.L., 1984.** "The Berthelot or indophenol reaction and its use in the analysis chemistry of nitrogen". The analyst, vol. 109.

SINSIN B., 1993. Phytosociologie, écologie, valeur pastorale, production et capacité de charge des pâturages naturels du périmètre Nikki-Kalale au nord Bénin. Thèse d'Etat, Université libre de Bruxelles, Lab. de bota. Systématique et de phytosociologie, 390 p.

SKINNER J., BEAUMOND N. et PIROT J-Y., 1994. Manuel de formation à la gestion des zones humides tropicales. UICN, Gland, Suisse. XVIII , ISBN 2-8317-0242-9,274p.

2. SOLTNER D., 1977. Les bases de la production végétale-T1- Le sol. 6-ed. Collection Scie. Et techn. agricoles. Angers. France

WALINGA I.,VAN MARK W., HOUBA V.J.G. and VAN DER LEE L.L., 1989. Plant analysis procedures, part 7, departement of soil science and plant nutrition, Wageningen Agricultural University, Sillabus. p. 138-141.

WALKLEY A. et BLACK I., 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chronic acid titration method. Soil Science 37: p. 29-38.

ZONGO F., 1991. Pollution organique des eaux de surface au niveau de Ouagadougou. Mémoire de DEA, Univ. de Ouagadougou, 71 p.

ZONGO F., 1993. Contribution a l'étude du phytoplancton d'eau douce du Burkina Faso- Cas du barrage n° 3 de Ouagadougou. Thèse 3ème cycle, Univ. de Ouagadougou., 170 p.