

Evaluation de la fertilité des sols au sud et centre du Bénin

A. M. Igue⁸, A. Saidou⁹, A. Adjanohoun¹⁰, G. Ezui¹¹, P. Attiogbe⁸, G. Kpagbin⁸, H. Gotoechan-Hodonou¹², S. Youl¹³, T. Pare¹⁴, I. Balogoun⁹, J. Ouedraogo¹³, E. Dossa¹¹, A. Mando¹¹ et J. M. Sogbedji¹¹

Résumé

L'étude a montré que les sols des régions Sud et Centre du Bénin ont de très faibles capacités d'échange cationique. Les résultats de l'étude contribueront à sensibiliser les acteurs du secteur agricole sur la nécessité de restaurer la fertilité de ces sols. La restauration de la fertilité des sols des régions Sud et Centre du Bénin devra se baser sur le choix des systèmes de culture appropriés à chaque zone agro-socio-écologique. Dans ce cadre, les systèmes de production durables et à faibles intrants sont les plus indiqués. De nombreux systèmes de culture sont disponibles. Il s'agit par exemple de la pratique du labour minimum, du système de production agroforestière y compris les cultures intercalaires ou en couloirs, de l'utilisation des plantes améliorantes de la fertilité des sols, de la pratique du paillis, de l'utilisation d'autres matières organiques comme le fumier, le compost, les résidus des récoltes.

Mots Clés: Productivité agricole, pauvreté, sol, Bénin.

⁸ Prof. Dr Ir. Attanda Mouinou IGUE, Laboratoire des Sciences du Sol, Eaux et Environnement, Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey, Institut National de Recherche Agronomique du Bénin, 01 B.P. 988 Recette Principale, Cotonou 01, Tél. : (+229) 97 472153, E-mail : igue_attanda@yahoo.fr, République du Bénin

MSc. Patrice ATTIOGBE, Laboratoire des Sciences du Sol, Eaux et Environnement, Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey, Institut National de Recherche Agronomique du Bénin, 01 B.P. 988 Recette Principale, Cotonou 01, Tél. : (+229) 95582165, E-mail : , République du Bénin

Ir. Gustave KPAGBIN, Laboratoire des Sciences du Sol, Eaux et Environnement, Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey, Institut National de Recherche Agronomique du Bénin, 01 B.P. 988 Recette Principale, Cotonou 01, Tél. : (+229) 97093958. E-mail : gkpagbin@yahoo.fr, République du Bénin

⁹ Dr. Ir. Aliou SAIDOU, Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526 Recette Principale, Cotonou 01, République du Bénin, (+229) 97494480, E-mail : saidoualiou@gmail.com

MSc Ibrahim BALOGOUN, Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526 Recette Principale, Cotonou 01, République du Bénin, (+229) 97 60 45 98, E-mail : iboubalogoun@yahoo.fr

¹⁰ Dr Ir. Adolphe ADJANOHOON, Centre de Recherches Agricoles Sud, Institut National des Recherches Agricoles du Bénin. BP 03 Attogon (Niaouli), Tél. : (+229) 90 02 98 16, E-mail : adjanohouna@yahoo.fr, République du Bénin

¹¹ MSc. Guillaume EZUI, IFDC-Afrique Lomé, Programme Gestion des Ressources Naturelles, BP 4483 Lomé, Tél. : (+228) 90 09 78 60, E-mail : gezui@ifdc.org, République du Togo

Dr Ir. Abdoulaye MANDO, IFDC-Afrique Lomé, Programme Gestion des Ressources Naturelles, BP 4483 Lomé, Tél. : (+228) 22 21 73 08 ; E-mail : amando@ifdc.org, République du Togo.

Ekwe DOSSA, IFDC-Afrique Lomé, Programme Gestion des Ressources Naturelles, BP 4483 Lomé, Tél. : (+228) 22 21 73 08, E-mail: edossa@ifdc.org, République du Togo

Dr Ir Jean M. SOGBEDJI, IFDC-Afrique Lomé, Programme Gestion des Ressources Naturelles, BP 4483 Lomé, Tél. : (+228) 22 21 73 08, E-mail : JSogbedji@ifdc.org, République du Togo

¹² MSc. Ir. Henriette GOTOECHAN-HODONOU, Unité Planification Suivi Evaluation, Direction Scientifique, Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), Tél. : (+229) 21 30 02 64 / 97 47 77 04 / 95 42 80 64, E-mail : henriette_hodonou@yahoo.fr, République du Bénin

¹³ Dr. Ir. Sansan YOUL, IFDC-Afrique Ouagadougou, Programme Gestion des Ressources Naturelles, Tél. : (+226) 70 26 45 38, E-mail: SYoul@ifdc.org, République du Burkina Faso

MSc. Jean OUEDRAOGO, IFDC-Afrique Ouagadougou, Programme Gestion des Ressources Naturelles, Tél. : (+226) 50 37 45 03, E-mail : jeanouedraogo84@yahoo.fr, République du Burkina Faso

¹⁴ Tahibou PARE, Bureau National des Sols, 03 BP 7142 Ouagadougou 03, Zone du Bois, Ouagadougou, Burkina Faso. (+226) 76 60 26 62. E-mail: tahib_pare@yahoo.fr

Soil fertility evaluation in south and central Benin

Abstract

The study has shown that soils of southern and Central Benin have very low capacity of cationic Exchange. The results of the study will help to sensitize the players in the agricultural sector on the need to restore the fertility of these soils. The restoration of fertility of soils of the South and center of Benin regions must be based on the choice of the culture systems suitable for each agro-socio-ecological zone. In this context, sustainable production and low-input systems are indicated. Many cropping systems are available. Is for example the practice of plowing minimum system of agroforestry production including intercropping and corridors, the use of the plant cover of the fertility of soils, the practice of the mulch, the use of other material organic manure, compost, waste collections.

Key words: Productivity, poverty, soil, Benin.

INTRODUCTION

L'économie béninoise est tributaire de ses ressources en terres agricoles et de leur potentiel de production. Malheureusement, ces terres sont sujettes à de fortes dégradations du fait notamment de mauvaises pratiques culturales. L'une de ces mauvaises pratiques culturales est la culture itinérante sur brûlis qui détruit la flore, la matière organique ainsi que la faune et la microfaune du sol. Cette pratique culturale est le principal facteur de dégradation des sols du Bénin. En effet, les terres cultivées s'épuisent à un rythme accéléré et les rendements des cultures baissent continuellement; ce qui compromet dangereusement la productivité et la durabilité de tout le système agricole. Le processus de perte de la fertilité des sols est accéléré par les conditions climatiques, notamment les fortes averses tropicales du Sud et du Centre du Bénin. Ces fortes averses tropicales, qui surviennent au début de la saison des pluies, détruisent le complexe argilo-humique qui devrait retenir les éléments nutritifs pour les libérer progressivement aux plantes cultivées quand elles en ont besoin. Cette dégradation appauvrit la biodiversité, réduit les rendements et les aires de production des cultures. Le taux de la croissance démographique au Sud et au Centre du Bénin évoluant à un rythme inquiétant et pour faire face à la demande sans cesse croissante de produits agricoles, les agriculteurs intensifient leur production en raccourcissant les périodes de jachères. Cette situation amenuise fortement la capacité naturelle de régénération de la fertilité des sols. L'objectif de l'étude est d'identifier et d'évaluer l'état actuel de fertilité des sols.

MILIEU D'ETUDE

La zone d'étude compris entre 6° et 8° et couvre en viron 22.000 km². Elle couvre entièrement 34 communes des départements de l'Atlantique, du Littoral, de l'Ouémé, du Plateau, du Zou et entièrement ou partiellement celui des Collines (Figure 1). Le climat de la zone Sud-Bénin est de type subéquatorial caractérisé par de faibles écarts de température, avec une moyenne annuelle de 28 °C. Le Centre-Bénin est caractérisé par un climat soudano-guinéen à un régime pluviométrique annuel et de grandes variations de température avec une moyenne annuelle autour de 28 °C. Les précipitations moyennes annuelles sont de 1 481 mm. La moyenne annuelle de l'évapotranspiration potentielle est de 1.648 mm (Balogoun, 2012).

Au Sud-Bénin, la formation végétale dominante est un fourré arbustif dense dominé par le palmier à huile et quelques *Ceiba pentandra*. Elle correspond à un faciès de dégradation de la forêt mésophyle à *Cola cordifolia*, *Triplochytton scleroxylon*, *Chlorophora exelsa* et *Ceiba pentandra*, dont ne subsistent que de rares lambeaux. Les zones lagunaires littorales sont généralement couvertes d'une prairie à cypéracées, avec quelques éléments de mangrove discontinus à *Rhisophora racemosa* et *Avicennia africana* et quelques touffes de *Phoenix reclinata* entre Cotonou et la frontière du Togo. Au Centre du Bénin, cinq formations végétales assez nettement tranchées ont été recensées. Il s'agit : i) des champs de cultures annuelles ou pérennes, ii) des jachères arbustives couvertes d'une végétation irrégulière, iii) de la savane arbustive et arborée ouverte au tapis graminéen dense, avec une densité d'arbustes assez élevée, iv) de la savane arborée composée d'une strate arborée avec des secteurs arbustifs et v) de forêts galeries, assez fermées, à tapis herbacé inexistant et avec de grands arbres (Weller, 2002).

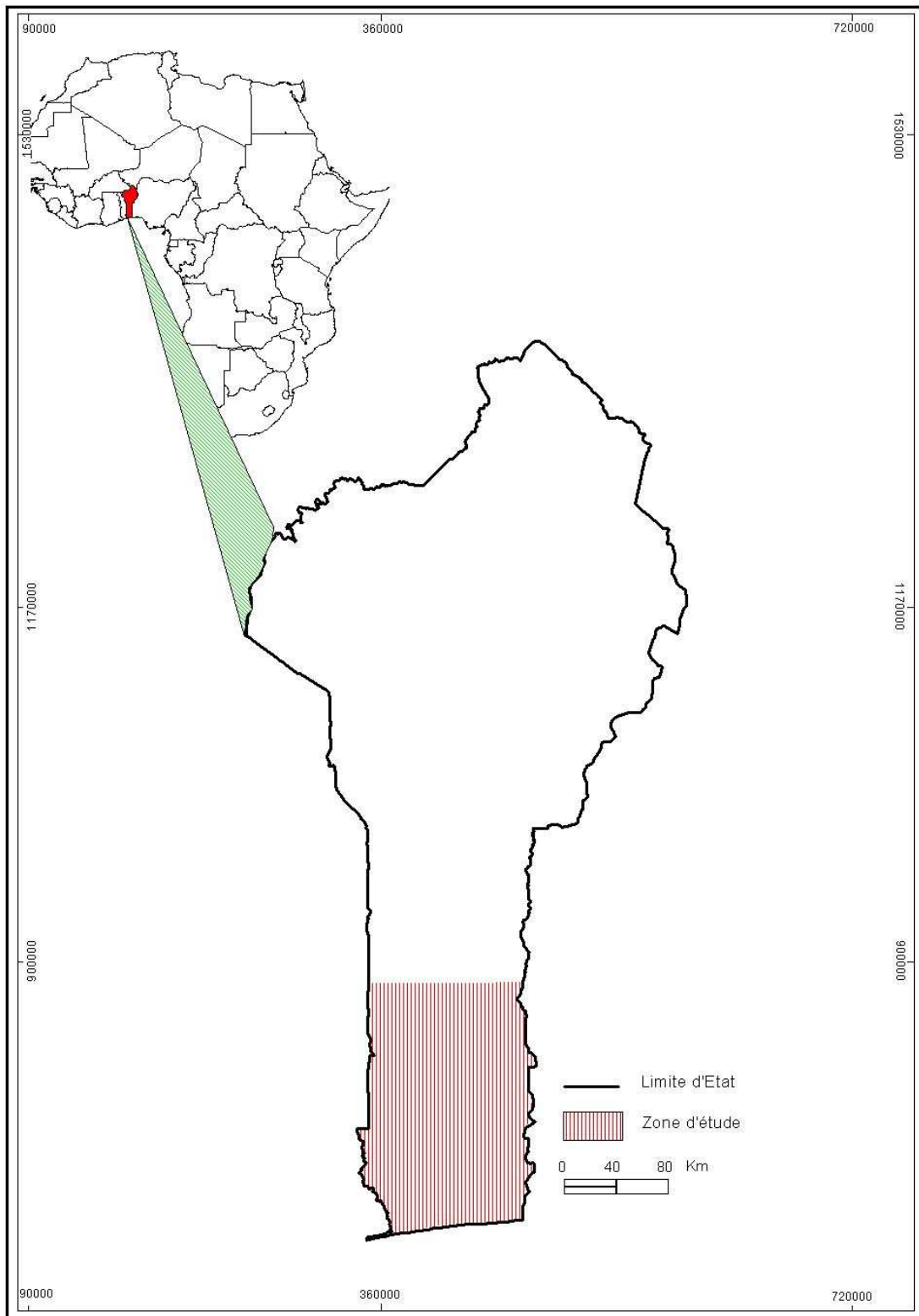


Figure 1. Carte de localisation de la zone d'étude

Les sols dominants de la zone Sud-Bénin (Figure 2) sont les suivants (Igué *et al.*, 2005; Igué *et al.*, 2012) : les sols ferrallitiques sur sédiment argileux du Continental terminal ou sur grès de Crétacé qu'on retrouve sur les sept plateaux sud (Porto-Novo, Allada, Kétou, Abomey, Zangnanando, Dogbo, Aplahoué) ; les sols hydromorphes dans les vallées, des bas-fonds et des plaines alluviales ; les vertisols dans la dépression de la Lama ; les sols bruns eutrophes tropicaux souvent associés aux sols hydromorphes et aux vertisols dans les positions basses du modelé.

Au Centre-Bénin, les sols dominants sont les sols ferrugineux tropicaux situés essentiellement dans la partie centrale et les sols minéraux bruts et d'érosion en bordure des collines (Igué *et al.*, 2005; Igué *et al.*, 2012).

Carte de Sols

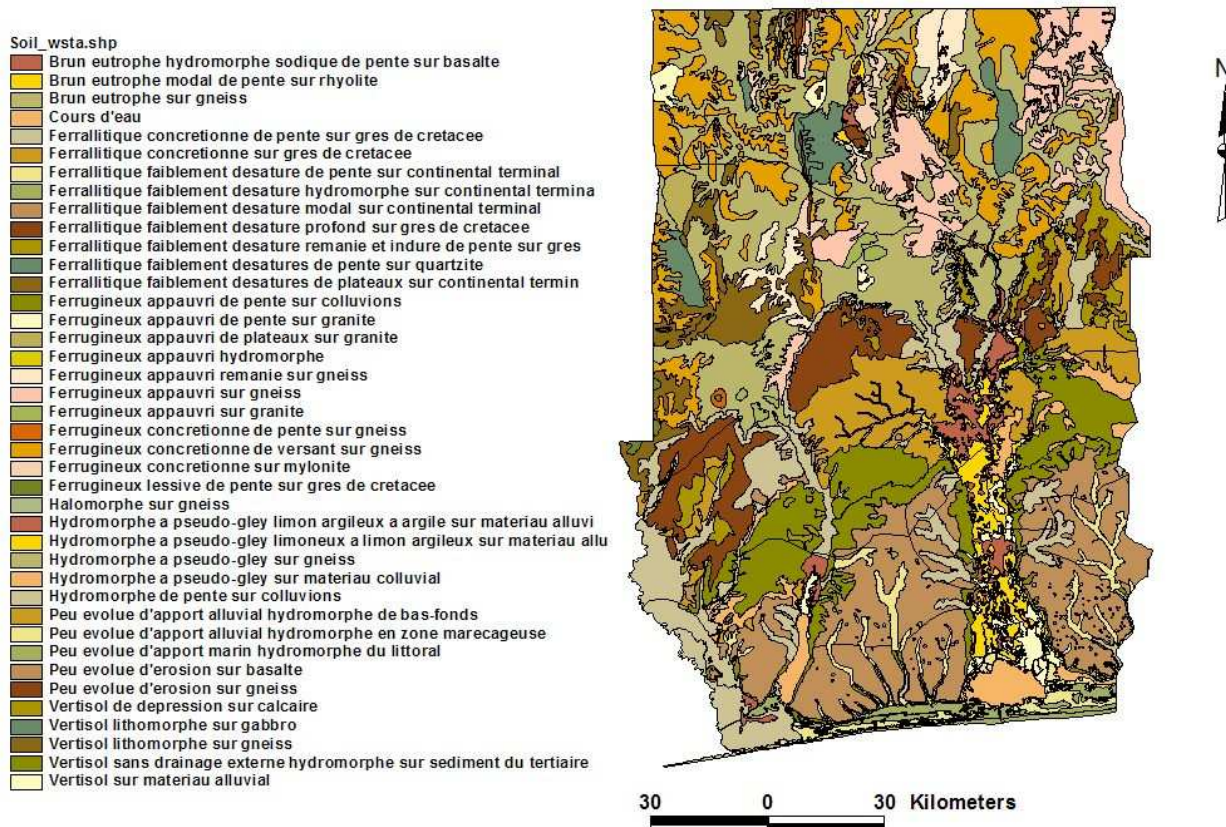


Figure 2. Carte des sols du sud et centre du Bénin

MATERIELS ET METHODES

Matériels

Les outils informatiques et la documentation ont été le principal matériel utilisé. Les valeurs qui ont servi à évaluer les niveaux de fertilité des sols ont été obtenus par Igué (2003), suite à la réalisation de 2.264 observations de sols par sondage, au creusage de 771 profils de sols et à la prise et à l'analyse au laboratoire de 2.148 échantillons de sols pour la détermination des caractéristiques physico-chimiques (Tableau 1).

Tableau 1. Caractéristiques chimiques des sols étudiés

N°	Unité cartographique	MO (%)	Azote (%)	P-Total (ppm)	K-éch (méq/100 g)	S (méq/100 g)	CEC méq/100 g	V (%)	pH
1	Sol ferrugineux tropical appauvri hydromorphe	2,41	0,044	118,40	0,70	1,20	2,70	44	5,4
2	Sol ferrugineux tropical appauvri hydromorphe	0,64	0,044	3,65	0,35	0,70	3,00	23	5,4
3	Sol peu évolué d'apport alluvial	1,24	0,060	10,4	1,20	5,70	12,90	72	7,6
4	Sol ferrallitique faiblement désaturé typique modal	1,26	0,067	7,30	3,30	5,30	5,30	100	5,9
5	Sol ferrugineux tropical lessivé modal	0,81	0,039	4,70	1,20	2,00	2,50	80	6,2

N°	Unité cartographique	MO (%)	Azote (%)	P-Total (ppm)	K-éch (méq/100 g)	S (méq/100 g)	CEC méq/100 g	V (%)	pH
6	Planosol	1,60	0,058	9,25	1,85	2,75	3,95	70	6,5
7	Sol ferrallitique concrétionné	1,52	0,046	8,04	3,50	5,60	6,70	84	5,1
8	Sol ferrugineux tropical appauvri	0,81	0,043	4,65	2,15	3,20	5,35	60	6,8
9	Sol ferrallitique typique modal	3,57	0,119	20,07	6,10	9,80	14,70	67	6,1
10	Sol ferrugineux tropical appauvri hydromorphe	1,20	0,040	6,95	1,70	2,85	3,30	86	5,8
11	Vertisol	3,88	0,148	22,48	9,92	20,48	38,78	53	5,0
12	Sol hydromorphe	2,00	0,134	11,55	8,42	12,85	15,60	82	5,7
13	Sol peu évolué d'apport alluvial	4,86	0,158	28,20	12,60	19,90	20,80	96	4,9
14	Vertisol	2,83	0,117	16,40	28,70	43,50	55,00	79	5,4
15	Sol ferrugineux tropical hydromorphe	2,62	0,080	15,20	10,35	15,25	18,03	85	6,2
16	Vertisol topomorphe sur calcaire	4,31	0,156	25,00	33,30	49,63	57,30	87	6,8
17	Sol ferrallitique moyen désaturé concrétionné	1,33	0,051	7,70	3,30	5,30	7,70	69	6,4
18	Sol ferrugineux tropical lessivé induré	3,22	0,107	18,73	7,58	10,88	11,58	94	6,7
19	Sol brun eutrophe tropical	8,22	0,294	47,70	23,50	27,30	32,60	84	6,8
20	Sol ferrallitique typique modal	1,76	0,087	10,15	5,43	7,10	7,28	98	6,4
21	Sol ferrugineux tropical lessivé modal	1,31	0,053	7,60	4,50	5,95	8,10	73	5,9
22	Sol ferrugineux tropical lessivé modal	1,42	0,041	8,25	2,70	4,40	5,60	79	5,1
23	Sol peu évolué d'érosion	6,05	0,21	121,00	1,60	14,30	25,00	57	7,6
24	Sol peu évolué d'érosion	2,29	0,099	5,00	0,55	7,85	9,20	85	6,1
25	Sol ferrallitique typique modal	1,67	0,092	1,00	0,50	6,22	6,80	91	6,7
26	Sol ferrugineux tropical concrétionné	1,11	0,063	17,87	0,38	2,56	6,21	82	6,7
27	Sol ferrugineux tropical appauvri modal	0,78	0,038	4,00	0,27	2,94	4,22	70	6,3
28	Sol ferrugineux tropical concrétionné	1,76	0,078	1,00	0,20	5,13	6,65	77	6,3
29	Sol ferrugineux tropical appauvri modal	2,71	0,120	8,26	0,64	10,91	10,03	109	7,9
30	Sol brun eutrophe hydromorphe	1,69	0,081	1,00	0,75	8,50	9,00	94	6,2
31	Sol ferrugineux tropical appauvri modal	1,03	0,045	1,00	0,10	3,00	3,70	81	6,0
32	Sol brun eutrophe tropical vertique	1,90	0,084	2,52	0,24	13,60	20,64	66	6,4
33	Sol brun eutrophe tropical	2,60	0,100	9,38	0,44	11,73	14,76	79	6,4
34	Sol ferrugineux tropical lessivé concrétionné	2,81	0,108	13,66	0,55	9,92	13,23	75	6,5
35	Sol ferrugineux tropical lessivé modal	1,47	0,06	15,14	0,35	3,10	5,55	56	7,8
36	Sol ferrugineux tropical lessivé modal	2,02	0,084	35,00	0,60	9,70	9,60	101	7,1
37	Sol ferrugineux tropical lessivé modal	2,21	0,091	5,21	0,30	7,50	7,90	95	6,4
38	Sol ferrugineux tropical	2,03	0,076	1,10	0,30	3,30	6,90	48	6,8

N°	Unité cartographique	MO (%)	Azote (%)	P-Total (ppm)	K-éch (méq/100 g)	S (méq/100 g)	CEC méq/100 g	V (%)	pH
	lessivé concrétionné								
39	Sol ferrugineux tropical lessivé concrétionné	0,93	0,047	1,00	0,26	3,76	5,62	67	6,4
40	Sol ferrugineux tropical appauvri remanié	0,59	0,028	1,00	0,10	2,50	3,30	76	6,1
41	Sol ferrugineux tropical appauvri modal	1,14	0,064	19,70	0,20	6,00	6,55	92	5,8
42	Sol ferrugineux tropical concrétionné	1,16	0,042	1,00	0,10	3,50	4,50	78	6,8
43	Sol ferrugineux tropical appauvri modal	1,24	0,074	1,00	0,06	4,58	5,84	78	7,2
44	Sol ferrugineux tropical appauvri modal	1,36	0,063	7,07	0,38	3,77	7,31	52	6,4
45	Sol ferrugineux tropical lessivé concrétionné	1,92	0,088	10,00	0,30	6,38	5,64	103	6,5
46	Sol ferrugineux tropical concrétionné	1,61	0,077	0,00	0,30	2,98	4,40	68	5,5
47	Sol ferrugineux tropical concrétionné	2,05	0,094	20,00	0,35	6,86	7,20	95	6,7
48	Sol hydromorphe à pseudo-gley	1,91	0,078	7,35	0,43	6,93	10,65	65	6,9
49	Sol hydromorphe à pseudo-gley	1,24	0,059	2,17	0,20	4,63	8,93	52	6,1
50	Sol hydromorphe à pseudo-gley	0,98	0,054	1,00	0,20	4,68	6,08	77	6,7
51	Sol hydromorphe à pseudo-gley	1,47	0,076	3,91	0,20	5,75	7,75	74	6,6
52	Sol hydromorphe à pseudo-gley	2,47	0,105	65,08	0,19	10,53	11,34	93	7,3
53	Sol halomorphe	1,66	0,078	3,04	0,14	4,85	6,23	78	7,7
54	Vertisol lithomorphe	1,55	0,073	2,00	0,26	8,24	9,26	89	6,8
55	Sol brun eutrophe tropical vertique	1,20	0,094	5,00	0,37	17,60	17,40	101	6,8
56	Sol brun eutrophe tropical vertique	1,55	0,073	2,00	0,26	8,24	9,26	89	6,8
57	Vertisol lithomorphe	2,41	0,104	14,45	0,28	23,85	22,50	106	6,4
57	Vertisol lithomorphe	4,67	0,196	39,06	0,44	38,59	45,49	85	6,8
59	Sol peu évolué d'apport alluvial	2,24	0,088	25,32	0,36	7,80	8,05	97	6,0
60	Sol ferrugineux appauvri hydromorphe	1,71	0,084	1,00	0,30	4,40	5,00	88	6,2

Légende : MO : Matière organique ; N : Azote ; V : saturation en bases ; P-total : Phosphore total ; K-éch : Potassium ; S : Soufre ; CEC : Capacité d'échange cationique.

Source : Igué, 2003

Méthodes

Une base de données a été construite sur les sols et le climat à partir de deux (2) thèses de doctorat pour les données de sols et réalisées au Sud et au Centre du Bénin à l'échelle de 1:100,000 entre le 6^{ème} et le 8^{ème} parallèles (Igué 2000; Weller, 2002). Les données climatiques journalières ont porté sur la période de 1980 à 2010. Ces données ont été collectées sur 27 stations pluviométriques et 3 stations synoptiques (Igué, 2007). L'approche SOTER (Soil et Terrain digital database), qui organise les données de sol et terrain et de climat dans une structure hiérarchisée, a été utilisée dans le bassin de l'Ouémé. L'information sur les sols au niveau de la base de données a été organisée en 3 étapes a) Unité de terrain, b) Composantes de terrain et c) Composantes de sol (Figure 3).

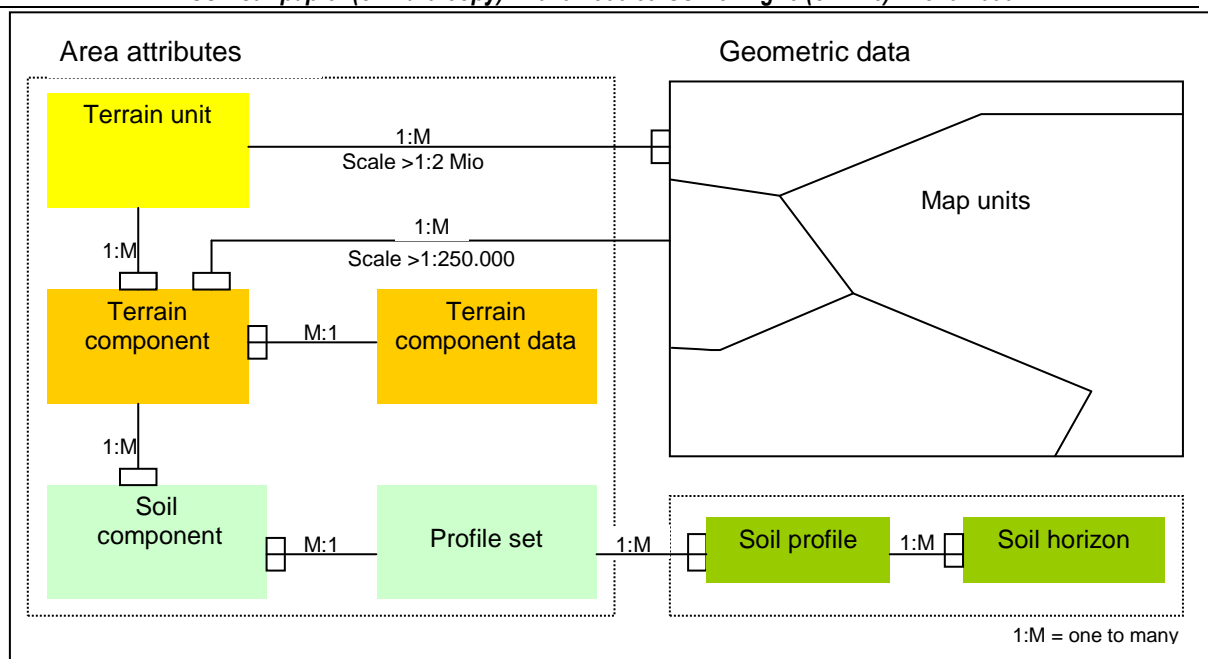


Figure 3. Structure de SOTER

Source : Quemada et Cabrera (1995)

Le Système d'Information sur les Sols et l'Occupation des Terres (SLISYS) a été utilisé. Le SLISYS comprend les deux domaines suivants : le domaine des données climatiques, de sol et de terrain, d'utilisation et d'occupation des terres et des couches du Système d'Information géographique (SIG) et le domaine des méthodes d'agrégation spatiale, de fonctions de pédotransfère, d'évaluation et d'utilisation des terres et des modèles de simulation. La superposition des cartes d'élévation et géologiques avec les observations de terrain a été utilisée pour obtenir la carte des unités et des composantes de terrain.

Les unités de terrain ont été subdivisées en 95 composantes de terrain (TCs). Les composantes de terrain ont été cartographiées séparément. L'évaluation de l'état de fertilité des sols a été basée sur l'analyse et l'interprétation des données suivantes. Il s'agit de : la teneur des sols en matière organique, en azote total à pH 6, en phosphore assimilable et en potassium échangeable. La somme des bases et la capacité d'échange cationique des sols ont été calculées et les valeurs obtenues ont été interprétées.

Les niveaux de fertilité des sols du Sud et du Centre du Bénin ont été classés selon Quemada et Cabrera (1995), qui en fonction des limitations en cause et de leur degré d'intensité, ont défini les classes suivantes (Tableau 2) :

- Classe I: les caractéristiques des sols ne présentent pas ou présentent seulement de faibles limitations ;
- Classe II: les caractéristiques des sols ne présentent pas plus de 3 limitations modérées éventuellement associées à de faibles limitations ;
- Classe III: les caractéristiques des sols présentent plus que 3 limitations modérées et associées à une seule limitation sévère ;
- Classe IV: les caractéristiques des sols présentent plus d'une limitation sévère.

Tableau 2. Critères d'évaluation des classes de la fertilité des sols

Caractéristiques	Classe 1 (pas de limitation)	Classe 2 (limitation moyenne)	Classe 3 (limitation sévère)	Classe 4 (limitation très sévère)
Matière organique	> 2	1-2	0,5-1	< 0,5
N (%) à pH 6	> 0,08	0,045-0,08	0,03-0,045	<0,03
P (ppm) assimilable	> 20	10-20	5-10	< 5
K (méq/100 g de sol)	> 0,4	0,2-0,4	0,1-0,2	< 0,1
Sbase (méq/100 g de sol)	> 10	5-10	2-5	< 2
V (méq/100 g de sol)	> 60	40-60	15-40	< 15
CEC méq/100 g de sol	> 25	10-25	5-10	< 5

Légende : N = azote ; P = phosphore ; K = potassium ; **Sbase** = somme des bases ; **CEC** = capacité d'échange cationique ; **V** = saturation en bases

Source : Quemada et Cabrera (1995)

RESULTATS ET DISCUSSION

Les sols du Sud-Bénin n'ont pas présenté des limitations dues au potassium tandis que les sols du Centre-Bénin ont présenté des limitations modérées à sévères pour le développement des cultures (tableau 3). Igué *et al.* (2008) et Igué (2009) rapportent que les sols cultivés ont perdu leurs potentialités agricoles, dans la majorité des cas, comparativement à la forêt qui présente des limitations classées de faibles à très faibles au niveau des éléments nutritifs. Cette comparaison entre les sols cultivés et la forêt montre clairement une baisse considérable du niveau de fertilité des sols cultivés. Toutefois, Igué *et al.* (2007) rapportent que les sols des versants sont en général plus dégradés que les sols des sommets. Dans les versants, les sols ferrugineux concrétionnés sont plus dégradés que les sols ferrugineux sans concrétion. Au niveau des sommets, les Alisols ferrugineux ou sols ferrallitiques concrétionnés ont été les plus dégradés et ont eu un niveau de fertilité relativement bas par rapport aux Luvisols ferrugineux ou sols ferrugineux concrétionnés, qui possèdent encore un état de fertilité acceptable. Généralement, la capacité d'échange cationique est apparue comme une limitation forte, quel que soit le système d'exploitation. La somme des bases échangeables est apparue comme un niveau de limitation sévère dans les sols sous cultures annuelles et comme un niveau de limitation moyen dans les sols sous plantations pérennes. Le complexe absorbant était assez garni en cations échangeables avec un taux de saturation supérieur à 60%.

La plupart des sols au Sud du Bénin ont des valeurs de pH comprises entre 4,9 et 6. Ces sols sont classés dans la catégorie de très fortement à moyennement acides tandis qu'au Centre du Bénin, les valeurs de pH des sols ont été situées entre 6,6 et 7,2 dans les zones de culture. Les sols du Centre du Bénin sont classés dans la catégorie de neutres à faiblement acides. Les sols du Centre du Bénin favorisent l'assimilation des éléments minéraux. Comparativement au sol d'une savane boisée, Igué (2009) indique que la mise en culture des sols au Centre-Bénin n'induit pas leur acidification. L'auteur précise que dans ces sols, la baisse du pH n'est que de 0,04 unité/an.

Tableau 3. Evaluation des caractéristiques chimiques des 20 cm supérieurs des profils représentatifs

Profil représentatif	Classe de fertilité	MO	N	P-Total	K-éch	S	CEC	V	pH	Niveau de fertilité	Facteurs limitants
Sol ferrugineux tropical appauvri hydromorphe	IV	I	III	I	I	IV	IV	II	II	Faible	N, S, CEC
Sol ferrugineux tropical appauvri hydromorphe	IV	III	III	IV	II	IV	IV	III	II	Faible	MO, N, P, CEC
Sol peu évolué d'apport d'alluvial	II	II	II	II	I	II	II	II	I	Bon	
Sol ferrallitique faiblement désaturé typique modal	III	II	II	III	I	II	III	I	I	Moyen	P, CEC
Sol ferrugineux tropical lessivé	IV	III	III	IV	I	III	IV	I	I	Faible	MO, N, P,

Profil représentatif	Classe de fertilité	MO	N	P-Total	K-éch	S	CEC	V	pH	Niveau de fertilité	Facteurs limitants
modal											CEC, S
Planosol	I	I	I	I	I	I	I	I	I	Très bon	
Sol ferrallitique concrétionné	III	II	II	III	I	II	III	I	II	moyen	P, CEC
Sol ferrugineux tropical appauvri	IV	III	III	IV	I	III	III	I	I	Faible	MO, N, P, CEC, S
Sol ferrallitique typique modal	II	I	I	I	I	II	II	I	I	Bon	
Sol ferrugineux tropical appauvri hydromorphe	IV	II	III	III	I	III	IV	I	I	moyen	N, P, S CEC
Vertisol	II	I	I	I	I	I	I	II	III	Bon	pH
Sol hydromorphe	II	I	I	II	I	I	II	I	I	Bon	
Sol peu évolué d'apport alluvial	II	I	I	I	I	I	II	I	III	Bon	pH
Vertisol	II	I	I	II	I	I	I	I	II	Bon	
Sol ferrugineux tropical hydromorphe	II	I	I	II	I	I	II	I	I	Bon	
Vertisol topomorphe sur calcaire	I	I	I	I	I	I	I	I	I	Très bon	
Sol ferrallitique moyen désaturé concrétionné	III	II	II	III	I	II	III	I	I	Moyen	P, CEC
Sol ferrugineux tropical lessivé induré	II	I	I	II	I	I	II	I	I	Bon	
Sol brun eutrophe tropical	I	I	I	I	I	I	I	I	I	Très bon	
Sol ferrallitique typique modal	II	II	I	II	I	II	III	I	I	Bon	
Sol ferrugineux tropical lessivé modal	III	II	II	III	I	II	III	I	I	Moyen	P, CEC
Sol ferrugineux tropical lessivé modal	III	II	III	II	I	III	III	I	I	Moyen	N, S, CEC
Sol peu évolué d'érosion	I	I	I	I	I	I	I	II	I	Très bon	
Sol peu évolué d'érosion	II	I	I	II	I	II	III	I	I	Bon	
Sol ferrallitique typique modal	IV	II	I	IV	I	II	III	I	I	Faible	P, CEC
Sol ferrugineux tropical concrétionné	III	II	II	II	II	III	III	II	I	Moyen	S, CEC
Sol ferrugineux tropical appauvri modal	IV	III	III	IV	II	III	IV	I	I	Faible	MO, N, P, S, CEC
Sol ferrugineux tropical concrétionné	IV	II	II	IV	II	II	III	I	I	Faible	P, CEC
Sol ferrugineux tropical appauvri modal	III	I	I	III	I	I	II	I	II	Moyen	P
Sol brun eutrophe hydromorphe	IV	II	I	IV	I	II	III	I	I	Faible	P, CEC
Sol ferrugineux tropical appauvri modal	IV	II	II	IV	III	III	IV	I	I	Faible	P, K, S, CEC
Sol brun eutrophe tropical vertique	IV	II	I	IV	II	I	II	I	I	Faible	P
Sol brun eutrophe tropical	III	I	I	III	I	I	II	I	I	Moyen	P
Sol ferrugineux tropical lessivé concrétionné	II	I	I	II	I	II	II	I	I	Bon	
Sol ferrugineux tropical lessivé modal	III	II	II	II	II	III	III	II	II	Moyen	S, CEC
Sol ferrugineux tropical lessivé modal	II-III	I	I	I	I	II	III	I	I	Bon à moyen	CEC
Sol ferrugineux tropical lessivé modal	III	I	I	III	II	II	III	I	I	Moyen	P, CEC
Sol ferrugineux tropical lessivé concrétionné	IV	I	II	IV	II	III	III	II	I	Faible	P, S, CEC

Profil représentatif	Classe de fertilité	MO	N	P-Total	K-éch	S	CEC	V	pH	Niveau de fertilité	Facteurs limitants
Sol ferrugineux tropical lessivé concrétionné	IV	III	II	IV	II	III	III	I	I	Faible	MO, P, S, CEC
Sol ferrugineux tropical appauvri remanié	IV	III	IV	IV	III	III	IV	I	I	Faible	MO, N, P, S, CEC
Sol ferrugineux tropical appauvri modal	II	II	II	II	II	II	III	I	I	Bon	
Sol ferrugineux tropical concrétionné	IV	II	III	IV	III	III	IV	I	I	Faible	N, P, K, S, CEC
Sol ferrugineux tropical appauvri modal	IV	II	II	IV	IV	III	III	I	I	Faible	P, K, S, CEC
Sol ferrugineux tropical appauvri modal	III	II	II	III	II	III	III	II	I	Moyen	P, S, CEC
Sol ferrugineux tropical lessivé concrétionné	III	II	I	II	II	II	III	I	I	Bon	
Sol ferrugineux tropical concrétionné	IV	II	II	IV	II	III	IV	I	II	Faible	P, S, CEC
Sol ferrugineux tropical concrétionné	II	I	I	I	II	II	III	I	I	Bon	
Sol hydromorphe à pseudo-gley	II	II	II	III	I	II	II	I	I	Bon	
Sol hydromorphe à pseudo-gley	IV	II	II	IV	II	III	III	II	I	Faible	P, S, CEC
Sol hydromorphe à pseudo-gley	IV	III	II	IV	II	III	III	I	I	Faible	MO, P, S, CEC
Sol hydromorphe à pseudo-gley	IV	II	II	IV	II	II	III	I	I	Faible	P, CEC
Sol hydromorphe à pseudo-gley	II-III	I	I	I	III	I	II	I	I	Bon à moyen	K
Sol halomorphe	IV	II	II	IV	III	III	III	I	I	Faible	P, K, S, CEC
Vertisol lithomorphe	IV	I	I	IV	II	I	II	I	I	Moyen	P
Sol brun eutrophe tropical vertique	II-III	II	I	III	II	I	II	I	I	Bon à moyen	P
Sol brun eutrophe tropical vertique	IV	II	II	IV	II	II	III	I	I	Faible	P, CEC
Vertisol lithomorphe	II	I	I	II	II	I	II	I	I	Moyen	
Vertisol lithomorphe	I	I	I	I	I	I	I	I	I	Très bon	
Sol peu évolué d'apport alluvial	II-III	I	I	I	II	II	III	I	I	Bon à moyen	CEC
Sol ferrugineux appauvri hydromorphe	IV	II	I	IV	II	III	III	I	I	Faible	P, S, CEC

Légende et unité : MO : Matière organique en % ; N : Azote en % ; V : saturation en bases en % ; P-total : Phosphore total en ppm ; K-éch : Potassium en méq/100 g ; S : Soufre en méq/100 g ; CEC : Capacité d'échange cationique en méq/100 g.

Dans les systèmes de cultures, la matière organique constitue une limitation classée dans la catégorie de très forte à moyenne dans les sols sous des plantations d'anacardiens ou de tecks, (Tableau 4).

Tableau IV. Limitation de la matière organique dans les systèmes de cultures (sous cultures et sous plantations d'anacardiens ou de tecks)

Caractéristiques	Sous savane		Forêt fétiche 1	Forêt fétiche 2	Valeurs optimales
	arborée	arborescente			
Matière organique (%)	1,8	1,3	5,67	3,38	1,08
Azote total (%)	0,150	0,100	0,290	0,172	0,110
Potassium (méq/100 g)	0,82	0,59	1,01	0,70	0,80
Phosphore (ppm)	6,0	2,0	44	39,5	8,0
pH	7,5	7,0	7,3	7,2	5,6
CEC (méq/100 g)	11,4	9,0		10,9	17,0
Saturation en bases (%)	100	89	100 %	80	60

Cette teneur moyenne de la matière organique sous les plantations pérennes est due à sa reconstitution après plusieurs années de jachère. Igué (2009) signale la diminution de la matière organique à 1,0% après 10 ans de culture et à 0,6% après 25 ans de culture continue. Ce qui correspond à une décroissance d'environ 0,05 à 0,08% par an dans la profondeur 0-20 cm du sol. Les niveaux d'azote à pH 6,5 ont été généralement classés de faibles à modérés dans les sols ferrugineux tropicaux et les sols ferrallitiques sous cultures annuelles de la zone d'étude. Par contre, les vertisols, les sols bruns eutrophes et les sols hydromorphes ont été moins limités par la matière organique et l'azote. La limitation présentée par le phosphore a été classée de sévère à très sévère dans tous les sols, sans relation apparente avec les systèmes d'exploitation.

L'interaction entre les différentes caractéristiques chimiques du sol, qui conduit à la classification de la fertilité des sols, révèle que 68% des sols du Sud et du Centre du Bénin ont perdu leurs potentialités agricoles et sont dans les classes III et IV. Ceci est dû à la teneur en azote, en phosphore, en potassium et à la capacité d'échange cationique dans les sols.

Les sols les plus dominants et les plus exploités ont été les terres de barre ou sols ferrallitiques au Sud du Bénin et les sols ferrugineux tropicaux, rouges ou brun-jaunâtres, des sommets et des versants au Centre du Bénin. La destruction des propriétés chimiques des sols suite à une culture intensive entraîne à l'évidence le déclin de la qualité du sol. Plusieurs expériences conduites au Bénin et ailleurs dans les tropiques ont démontré un déclin rapide des propriétés chimiques du sol suite aux déboisements et aux cultures intensives. Pieri (1989), Azontondé, (1993) et Gaiser *et al.* (1999) ont rapporté une perte rapide de la matière organique et des réserves nutritives par rapport à la culture intensive. Les déficiences à la fois de l'azote et du phosphore dans les sols de la zone d'étude ne peut pas permettre un bon développement du maïs à travers la complémentarité entre éléments majeurs Elalaoui (2007).

Le pH des sols au Centre du Bénin, qui est de neutre à faiblement acide, est favorable à une bonne assimilation des éléments minéraux. Seulement la capacité d'échange cationique dans tous les sols apparaît comme une limitation de sévère à moyenne quel que soit le système d'exploitation.

CONCLUSION

La catégorisation la plus élevée de la carte SOTER est la forme de terrain, basée sur l'interprétation géomorphologique du paysage, par distinction des montagnes, des collines, des plateaux, des pénélaines très fortement élevés, fortement élevés moyennement élevés, faiblement élevés, de basses pénélaines, des dépressions, des plaines, des vallées et des zones inondables. Les sols des régions Sud et Centre du Bénin sont dérivés de roches du socle complexes. Ce sont des sols à texture grossière, dérivés de grès et matériel côtier avec de faibles réserves de potassium, qui présentent généralement des carences de potassium dans les systèmes de culture prolongé ou intensif. Ces sols sont depuis des décennies subissent à une dégradation importante suite à leur surexploitation. La conséquence de cette situation est la baisse de productivité agricole et l'augmentation de la paupérisation des populations rurales. Il s'en suit l'exode rural notamment des jeunes gens. L'étude a montré que les sols des régions Sud et Centre du Bénin ont de très faibles capacités d'échange cationique. Les résultats de l'étude contribueront à sensibiliser les acteurs du

secteur agricole sur la nécessité de restaurer la fertilité de ces sols. La restauration de la fertilité des sols des régions Sud et Centre du Bénin devra se baser sur le choix des systèmes de culture appropriés à chaque zone agro-socio-écologique. Dans ce cadre, les systèmes de production durables et à faibles intrants sont les plus indiqués. De nombreux systèmes de culture sont disponibles. Il s'agit par exemple de la pratique du labour minimum, du système de production agroforestière y compris les cultures intercalaires ou en couloirs, de l'utilisation des plantes améliorantes de la fertilité des sols, de la pratique du paillis, de l'utilisation d'autres matières organiques comme le fumier, le compost, les résidus des récoltes.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le Projet de Productivité Agricole en Afrique de l'Ouest (PPAAO) qui a i) organisé l'atelier au cours duquel le bilan des travaux de recherche sur la gestion de la fertilité des sols pour accroître la productivité agricole en Afrique de l'Ouest a été fait et ii) facilité la publication des résultats de leurs travaux de recherche dans le présent Numéro Spécial du BRAB.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Azontondé, A. H., 1993 : Dégradation et restauration des terres de barre du Sud Bénin. Communication présentée lors des 10^{èmes} journées du réseau érosion au centre ORSTOM de Montpellier/France. 22 p.
- Balogoun I., 2012 : Essais de validation des formules d'engrais et des périodes de semis issues du modèle DSSAT pour la production de maïs (*Zea mays* L.) au Sud et Centre Bénin. DEA. Université d'Abomey-Calavi, Abomey-Calavi, Bénin, 111 p.
- Elalaoui A. C., 2007. Fertilisation minérale des cultures : les éléments fertilisants majeurs (Azote, Potassium, Phosphore). *Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA* n°155, 4 p.
- Gaiser, T. Fadegnon, B., Cretenet, M. and C. Gaborel. 1999. Long-term Experience on a tropical Acrisol: Evolution of soil properties and yield. In UFZ-Berich N° 24/1999. Hrsg: Wolfgang Merbach und Martin Körschens Germany. pp . 153-156.
- Igué A.M. (2000): The Use of Soil and Terrain Digital Database for Land Evaluation Procedures- Case study of Central Benin. Hohenheimer Bodenkundliche Hefte. Heft N 58 .235p. University of Hohenheim, Stuttgart, Gemany. ISSN 0942-0754.
- Igué A.M. 2003. Fertilité des terres de barres d'Adingnigon (commune d'Aplahoué). Actes 4 de l'Atelier scientifique Sud du 10 au 12 décembre 2003 à Abomey Calavi CRA-Centre/INRAB/MAEP/Bénin. pp. 246 – 251.
- Igué A. M., Floquet A., Stahr K., 2005. Land use/ cover change and farming systems in central Benin. *Bulletin de la Recherche Agronomique*, N° 50, 23-37.
- Igué A. M., et Dagbérrou, R.P., 2007a. Etude Agro-pédologique à l'échelle de 1/25.000 à Miniffi dans la Commune de Dassa Zoumé (Département des Collines). IFDC, Lomé, Togo, Etude N 351, LSSEE/CRA-Agonkanmey/INRAB, Cotonou, Bénin, 46 p.
- Igué A. M., Dagbérrou R. P., 2007b. Etude Agro-pédologique à l'échelle de 1/25.000 à Agbanlin et Attanta dans la commune de Ouèssè (Département des collines). IFDC, Lomé, Togo, Etude N 351, LSSEE/CRA-Agonkanmey/INRAB, Cotonou, Bénin 34 p.
- Igué A. M., Agossou A., Ogouvidé F.T. 2008. Influence des systèmes d'exploitation agricole sur l'intensité de la dégradation des terres dans le département des Collines au Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique*, N° 61, 39-51.
- Igué A. M., 2009. Impact of Land Use on Chemical and Physical Soil Characteristics in Collines, Benin. *Advances in GeoEcology* 40: 72-80.
- Igué A.M., Houndagba C.J., Gaiser T., Stahr K., 2012. Accuracy of the Land Use/Cover classification in the Oueme Basin of Benin (West Africa). *International Journal of AgriScience* Vol. 2(2): 174-184, February 2012 www.inacj.com ISSN: 2228-6322© *International Academic Journals*
- Pieri, C. 1989. Fertilité des terres et savanes : bilan de 30 ans de recherche et de développement agricole au Sud du Sahara. pp. 107-330.
- Quemada M., and Cabrera M. L., 1995. CERES-N model predictions of nitrogen mineralized from cover crop residues. *Soil Science Society of American Journal* 59: 1059–1065.
- Weller, U. 2002: Land Evaluation and Land Use Planning for Southern Benin (West Africa). Hohenheimer Bodenkundliche Hefte. Heft N° 67 pp.166. University of Hohenheim, Stuttgart, Germany. ISSN 0942-0754.