

Influence des systèmes d'exploitation agricole sur l'intensité de la dégradation des terres dans le Département des Collines au Bénin

A. M. Igué¹⁰, V. Agossou¹¹ et F. T. Ogouvidé¹¹

RESUME

Une étude a été conduite dans les sites R-D (Recherche-Développement) de la région Centre du Bénin pour apprécier l'incidence des systèmes d'exploitation agricole sur le niveau de la matière organique et du stock en éléments nutritifs des sols. Une enquête a été menée dans les villages des sites R-D pour identifier les systèmes d'exploitation pratiqués et l'analyse d'échantillons de sols a été faite au laboratoire afin d'évaluer le stock de nutriments et de matière organique. Trois principaux types de systèmes d'exploitation ayant une influence sur la capacité productive des sols ont été identifiés dans la région Centre du Bénin : systèmes relativement équilibrés (27 % des exploitations) ; systèmes médiocrement équilibrés (30 % des exploitations) ; systèmes déséquilibrés (43 % des exploitations). Les pratiques qui concourent à la durabilité des systèmes d'exploitation sont la culture des légumineuses, la pratique de la jachère, l'incorporation des résidus végétaux, la fertilisation minérale et l'agroforesterie. L'impact de ces systèmes d'exploitation sur les teneurs en nutriments du sol a montré que les taux de carbone et d'azote sont les critères pertinents permettant d'établir une relation entre le type de système d'exploitation et le niveau de dégradation du sol. Le taux de phosphore et des bases échangeables n'ont pas présenté une tendance nette en rapport avec les systèmes d'exploitation.

Mots clés : Recherche-Développement, Agriculture, Système d'exploitation, dégradation des terres, Bénin

Influence of agricultural exploitation system on land degradation intensity in Collines' Department of Benin

ABSTRACT

A Study was conducted in R-D (Research-Development) sites of Central Benin region to measure the impact of existing agricultural systems on soil organic matter and soil nutrients contents. The surveying is done in villages in R-D sites to identify existing systems and analysing soil samples is done in the laboratory for soil nutriment contents determination. In the Central Benin region, different land used and different soil fertility levels were identified within the same agricultural system and soil. However, there is a lack of knowledge of relationship between land degradation and agricultural system. Three main types of agricultural systems were identified to have influence on soil productivity in the Central region of Benin: relatively balanced systems (27 % of the exploitations); indifferently balanced systems (30 % of the exploitations); unbalanced systems (43 % of the exploitations). The practices that contribute to the durability of the operating systems are the cropping of the leguminous, the practice of the fallow, the incorporation of plant residue, the mineral fertilization and the agro forestry. The impact of these agricultural systems on soil fertility shows carbon (C) and nitrogen (N) as criteria to establish relationship between agricultural system and land degradation. The rate of phosphorus (P) and exchangeable cations didn't present a clear relation with the operating systems.

Key words: Research-Development, Agriculture, operating system, land degradation, Benin

INTRODUCTION

La dynamique des agro-systèmes et des structures agraires dans la zone agro-écologique centre du Bénin (Département des Collines) a entraîné une évolution négative de l'état et du comportement des sols (Agossou et Igué, 2002). Les paysans se plaignent de la "fatigue" de leurs sols parce qu'ils constatent que les rendements agricoles baissent considérablement malgré des investissements en temps de travail de plus en plus élevés. Face à cette situation, le besoin d'améliorer la productivité de la terre et du travail apparaît comme une priorité. A ces besoins s'ajoute la nécessité de préserver les ressources naturelles et la biodiversité par la promotion des modes d'exploitations durables et reproductibles. Cette réalité s'impose lorsqu'on sait que le déclin des rendements de cultures résulte de la dégradation progressive des terres qui ont déjà une faible fertilité naturelle.

¹⁰ Dr Ir. Attanda Mouïnou Igué, Laboratoire des Sciences du Sols, Eaux et Environnement (LSSEE/CRA-Agonkanmey/INRAB), 01 BP 988 Cotonou 01, République du Bénin, E-mail: igue_attanda@yahoo.fr

¹¹ Ir. Valérien Agossou et Ir. Fortuné T. Ogouvidé, Centre de Recherches Agricoles Centre (CRA-Centre/INRAB), Savè, République du Bénin, E-mail : cracentre@intnet.bj, valagoss@yahoo.fr, Ogouvide_fortune@yahoo.fr

La dégradation continue des sols occasionnée par des systèmes d'exploitation, l'érosion, la baisse de la matière organique, l'épuisement des nutriments, etc., risque de causer des dommages irréversibles à l'environnement. Une telle évolution représente une menace directe pour la survie des populations rurales, particulièrement celle des petits cultivateurs des produits vivriers qui sont majoritaires dans le Département des Collines. Actuellement, le taux de la croissance démographique (3,5 %) est supérieur au taux d'accroissement de la production (MCPD 2004). Les agriculteurs ont alors intensifié leur production en raccourcissant les périodes de jachère à l'intérieur de leur système traditionnel d'agriculture itinérante ; ce qui amenuise sévèrement la capacité naturelle des sols à se régénérer. Sur les sites de Recherche-développement (sites R-D), comme partout ailleurs dans le Département des Collines, on note dans les exploitations agricoles différents systèmes d'exploitation des terres et différents niveaux de fertilité (van der Pol *et al.*, 1993), même au niveau d'un même type de sol.

La présente étude a essayé d'approfondir la connaissance sur la dégradation chimique notamment la baisse de la matière organique et l'épuisement en éléments minéraux des sols, en liaison avec les modes d'exploitation des terres dans la zone agro-écologique centre du Bénin.

1. ZONE D'ETUDE

La zone agro-écologique Centre va du parallèle passant par Djidja au parallèle passant par Papané au nord. Les zones étudiées sont comprises entre les latitudes 7° 45' et 8° 40' Nord et les longitudes 2° 20' et 1° 35' Est (figure 1).

Le climat est de type soudano-guinéen, avec une saison de pluie de mars à octobre et une pluviométrie annuelle moyenne d'environ 1.200 mm ; dans la partie sud une baisse de la pluviométrie en août permet de parler d'un climat à 2 saisons de pluie.

Le paysage est une pénéplaine ondulée avec des collines d'altitude moyenne 300 m sur du matériau précambrien constitué de roches grenues plus ou moins métamorphosées : granite, granito-gneiss, gneiss et gneiss œillé (Dubroeuq, 1967).

Le réseau hydrographique est très hiérarchisé avec de petites vallées à fond plat.

La végétation varie de la savane arborée arbustive au sud vers une forêt semi décidue au nord- ouest. Des îlots arborés parsèment l'ensemble de la zone (Igué *et al.*, 2005).

La pression démographique est relativement faible, environ 26 habitants/km² (MCPD, 2004).

La terre ne semble pas constituer un facteur limitant pour l'agriculture dans la région. On a environ 3 ha par tête mais on distingue des zones de forte pression démographique et autres au sud et le long de l'axe routier Dassa-Parakou, tandis que la partie nord constitue une zone d'accueil pour les migrants venant du Sud (Agossou et Igué, 2002). Les principaux groupes socio-culturels sont les Tchabè, les Idacha, les Mahi et les Nagot (CeRPA, 2005).

En ce qui concerne les systèmes d'exploitation, les principales cultures vivrières sont : le maïs, le manioc, l'igname, l'arachide, le niébé et le sorgho. L'élevage peu développé porte sur les petits ruminants, la volaille, les porcins et les bovins en petit effectifs (CeRPA, 2005).

La région centre est une zone de transition où les ressources naturelles existantes sont menacées et il urge de proposer des types d'exploitations qui préservent le potentiel productif des terres.

Les villages retenus pour l'étude sont ceux abritant les sites actuels de Recherche-Développement du Centre de Recherches Agricoles Centre (CRA-Centre) de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB). Ces choix ont été faits conformément au thème de l'étude qui vise à caractériser les sols desdits sites. Ainsi, ont été sélectionnés les villages Akpéro et Gbanlin dans la Commune de Ouessè, le village Gomé dans la Commune de Glazoué et le village Miniffi dans la Commune de Dassa-Zoumè.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Echantillonnage des exploitations agricoles

Les critères qui ont guidé le choix des exploitations agricoles sont les contraintes agricoles, l'accessibilité aux principales ressources (terre, main d'œuvre, capital et gestion) et les activités hors exploitation. En effet, il est établi que ces facteurs varient fondamentalement suivant les ménages agricoles et influencent fortement les décisions en matière de gestion de la fertilité des sols (Adégbola *et al.* 2003).

A cet effet, une catégorisation des exploitations agricoles suivant l'approche de classement par niveau de prospérité développée par Grandin (1988) a été adoptée. Par conséquent, 6 personnes-ressources ayant une bonne connaissance des exploitations agricoles ont été identifiées et réunies par village. Par un entretien de groupe, il leur est demandé d'abord de définir la notion de prospérité (richesse) telle que perçue dans le village. Ensuite, ces personnes-ressources hiérarchisent les critères déterminant la prospérité. Enfin, elles classent chacun des chefs d'exploitations du village, préalablement recensés, dans leur catégorie, réalisant ainsi une typologie de ceux-ci.

Cette méthode a permis de différencier les exploitations agricoles en fonction de leur accès et contrôle des ressources telles que les populations elles-mêmes définissent la notion de prospérité.

Ce classement réalisé dans chacun des villages a servi de base pour le choix des chefs d'exploitation agricole enquêtés. Par ailleurs, les différents types de sols identifiés (sols ferrugineux appauvris évolué d'apport, sols ferrugineux tropicaux remaniés, sols ferrallitiques peu désaturés, sols ferrugineux tropicaux lessivés peu concrétionnés, sols ferrugineux tropicaux lessivés concrétionnés ou indurés et sols hydromorphes) dans chaque village par Agossou et Igué (2002) ont été aussi pris en compte dans les critères de choix. Ainsi, un échantillon de 36 chefs d'exploitation a été retenu par village, soit un total de 144 chefs d'exploitation enquêtés dans les 4 villages en fonction des types de sols exploités et niveau de dégradation.

Le tableau I présente les différents échantillons. Toutefois, il importe de souligner que la plupart des chefs d'exploitation ont au moins 2 champs situés sur des sols différents qu'ils cultivent.

Tableau I. Répartition des chefs d'exploitation enquêtés par catégorie

Caractéristiques	Village				Total
	Akpéro	Gbanlin	Gomé	Miniffi	
Catégorie 1 (Chef d'exploitation prospère)	7	10	9	10	36
Catégorie 2 (Chef d'exploitation moyennement prospère)	16	12	14	12	54
Catégorie 3 (Chef d'exploitation pauvre)	13	14	13	14	54
Total	36	36	36	36	144

Collecte des données

Les travaux ont consisté essentiellement en des enquêtes auprès des chefs d'exploitation sur la base d'un questionnaire structuré ou semi-structuré. Ce questionnaire a intégré les axes ci-après : l'identification du chef d'exploitation ; les caractéristiques du ménage ; les systèmes de cultures ; les systèmes d'élevage ; les modes de gestion de la fertilité ; les stratégies de production ; les mesures anti érosives ; les arbres sélectifs dans les champs.

Avant de passer à la phase d'interview proprement dite, le questionnaire a été testé dans chacun des villages d'étude auprès des paysans (pré-enquête) puis amélioré. La conduite de l'enquête s'est déroulée à domicile, à la place publique du village, dans les bureaux des sites R-D ou au champ pour certains chefs d'exploitation.

Analyse des données

Au terme des enquêtes de terrain, les données collectées ont été codifiées et traitées. L'analyse multivariée (analyse en composante principale, analyse discriminante et cluster analysis) a été utilisée pour l'analyse des données à l'aide du logiciel SAS (Statistical Analysis System, 1989). Cette analyse a permis d'effectuer la typologie des exploitations agricoles au niveau de chacun des villages. Par ailleurs, elle a permis de ressortir par village les variables les plus discriminantes parmi celles collectées et exploitées. Enfin, les exploitations agricoles les plus représentatives de chacune des classes par village ont été dégagées en calculant la probabilité *à posteriori* pour chaque exploitation d'appartenir à sa classe. Chaque exploitation dont la probabilité *à posteriori* est supérieure ou égale à 0,50 dans une classe est considérée comme bien classée. Cette dernière analyse permet de situer chaque nouvelle exploitation dans une classe grâce à la fonction linéaire discriminante.

2.2. Mesure de l'intensité de dégradation des terres

Echantillonnage de sols

Sur la base des résultats de l'analyse multivariée précédente, des échantillons de sol ont été prélevés par catégorie d'exploitation et par type de sol au niveau de chacun des villages d'étude. Pour le prélèvement des échantillons, 3 répétitions ont été faites par type de sol. Par ailleurs, les 2 principaux types de sol ont été pris en compte par village d'étude. Au total 66 échantillons de sol ont été prélevés dans les 4 villages, dont 12 à Miniffi et 18 dans chacun des autres villages (Gomé, Akpéro et Gbanlin). Le prélèvement des échantillons a été fait dans les champs des chefs d'exploitations agricoles.

Analyse des données

Les échantillons de sol prélevés au moyen de la tarière hollandaise ont été analysés au Laboratoire des Sciences du Sol, Eaux et Environnement (LSSEE) du Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey (CRA-Agonkanmey/INRAB). Les analyses ont porté sur la granulométrie, le taux de carbone organique (C), le pH, la capacité d'échange cationique (CEC), l'azote total (N), le phosphore (P_2O_5) assimilable, le potassium (K_2O), le calcium (Ca) et le magnésium (Mg) échangeables selon la méthode de Tran Vinh An (1976). Les caractéristiques chimiques des sols différenciés ont été comparées à celles des unités de Base de Référence Mondiale des Ressources (BRMS), (FAO, 1998) en sols pour la confirmation des classifications. Par ailleurs, la disponibilité en différents éléments nutritifs (N, P, K, Ca et Mg) a été évaluée au niveau de chaque type de sol. Cette évaluation a été mise en relation avec les différentes stratégies de gestion des terres. Enfin, les besoins des principales cultures pratiquées ont été rapportés aux caractéristiques de chacun des types de sol, notamment les réserves minérales.

Restitution villageoise

Au terme de l'étude et des analyses, une restitution des résultats a été faite dans chacun des villages. Ce qui a permis de recueillir et de prendre en compte les suggestions des populations par rapport à l'analyse sur l'évolution de la capacité de production des sols et les modes de leur exploitation.

3. RESULTATS ET DISCUSSIONS

3.1. Catégorisation des producteurs par niveau de prospérité dans les villages des sites de la RD

Critères de catégorisation

Quinze (15) critères ont permis de catégoriser les chefs d'exploitation agricole (tableau II).

Tableau II. Critères de catégorisation des chefs d'exploitation agricoles

N°	Critères	Villages			
		Akpéro	Gbanlin	Gomé	Miniffi
1	Superficie disponible	-	-	+	-
2	Superficie cultivée	+	-	+	-
3	Sécurité alimentaire	+	+	+	+
4	Satisfaction des besoins du ménage	+	+	+	+
5	Scolarisation et soin des enfants	-	-	-	+
6	Capacité à faire face aux imprévus (maladie, décès, ...)	+	+	-	-
7	Capacité à dégager des excédents agricoles pour le marché	-	+	+	+
8	Main-d'œuvre familiale contrôlée	+	+	-	-
9	Taille de la plantation d'anacardiés	+	-	+	-
10	Capacité à engager la main-d'œuvre	+	+	+	-
11	Capacité à investir dans l'achat d'intrants agricoles	-	+	+	-
12	Type de maison construite	+	+	+	+
13	Moyen de déplacement (vélo, moto, auto)	+	+	+	+
14	Autres équipements disposés (moulin, ...)	+	+	+	+
15	Capitalisation sous forme de troupeaux de bovin	-	-	+	-

+ : Présence du critère dans le village

- : Absence du critère dans le village

Ces critères sont regroupés en 4 groupes de critères indicateurs de prospérité dans les 4 villages R-D du CRA-Centre (Grandin, 1988). Il s'agit des critères relatifs :

- au contrôle des facteurs de production (terre, main-d'œuvre, capital financier, intrants agricole) ;
- à la gestion des facteurs de production (superficie cultivée, plantation, etc.) ;
- à la source et à la valorisation du capital financier (excédent agricole commercialisé, achat d'intrants agricoles, accumulation de biens tels que maison, moyens de déplacement, bétail) ;
- à la satisfaction des besoins fondamentaux du ménage (alimentation, santé, logement, éducation).

Cinq (5) critères sont communs aux 4 villages à savoir : sécurité alimentaire ; satisfaction des besoins du ménage ; type de maison construite ; type de moyen de déplacement. Les 10 autres critères sont des critères différentiels en particulier la superficie disponible, la scolarisation et la santé (soin) des enfants, puis la capitalisation sous forme de troupeaux de bovins.

Principales catégories de chefs d'exploitation agricole

Trois (3) catégories de chefs d'exploitation ont été distinguées dans chacun des villages d'étude :

- chefs d'exploitation prospères (catégorie 1) ;
- chefs d'exploitation moyennement prospères (catégorie 2) ;
- chefs d'exploitation pauvres (catégorie 3).

Le tableau III présente par village l'importance numérique et la proportion de chacune des catégories.

Tableau III. Nombre et proportion des différentes catégories de chefs d'exploitation dans les villages R-D centre

Catégorie	Akpéro		Gbanlin		Gomé		Miniffi		Total	
	Nombre	%								
Catégorie 1	23	15	59	18,4	23	12	28	11	133	14
Catégorie 2	52	35	148	46,3	79	40	106	41	385	42
Catégorie 3	74	50	113	35,3	94	48	123	48	404	44
Total recensé	149	100	320	100	196	100	257	100	922	100

Dans l'ensemble des 4 villages d'étude, les chefs d'exploitation pauvres sont de 2 % plus nombreux que ceux de prospérité moyenne tandis que les chefs d'exploitation prospères sont pratiquement 3 fois plus minoritaires que les 2 autres catégories. Cette tendance se confirme pour les villages d'Akpéro, de Gomé et de Miniffi. Pour le village de Gbanlin, la tendance est inversée et ce sont les chefs d'exploitation de prospérité moyenne qui sont plus importants que ceux pauvres et la différence est de 11 %. Certes, les chefs d'exploitation prospères sont 2 à 2,5 fois plus nombreux que les 2 autres catégories. Cette situation pourrait s'expliquer par la relative aisance généralement constatée au niveau de Gbanlin où les transactions commerciales de produits vivriers comme l'arachide, le manioc transformé en gari, le maïs et le voandzou sont très élevées. De plus, les possibilités d'appropriation de nouvelles terres par une simple occupation sont encore assez grandes. Par ailleurs cette aisance se traduit encore par le nombre relativement élevé des chefs d'exploitation qui ont pu s'accumuler du patrimoine (maisons en matériaux définitifs construites dans ce village, à Ouessè ou ailleurs, véhicule, moto) et ceci toujours grâce à l'agriculture. Ce qui n'est pas le cas dans les 3 autres villages.

La caractérisation des catégories a pris en compte les aspects relatifs au contrôle et la gestion des facteurs de production, l'origine et la valorisation du capital financier, et enfin la satisfaction des besoins du ménage. Ainsi, en ce qui concerne la:

- **Catégorie 1**, il est à remarquer que :
 - ❖ Les chefs d'exploitation prospères possèdent assez de terres acquises surtout par héritage ou simple occupation. En dehors du village de Gomé, l'occupation de nouvelles terres est encore possible dans les 3 autres villages d'étude mais à des degrés divers. Ces chefs d'exploitation sont considérés comme les riches du village.
 - ❖ Ils cultivent une grande partie de leurs terres (plus de 10 ha), disposent de nombreux actifs agricoles et investissent dans l'agriculture en ayant recours à la main-d'œuvre salariée et aux engrais chimiques. Les plantations sont assez importantes et ce sont surtout celles d'anacardiens, de tecks et de manguiers.
 - ❖ Ils pourvoient aisément aux besoins alimentaires de leur ménage durant toute l'année et dégagent des excédents agricoles substantiels pour le marché. Grâce aux recettes

obtenues, ils arrivent à faire face aux imprévus : maladies, accidents ou décès des membres du ménage. Ils envoient leurs enfants à l'école et supportent les charges y afférentes.

- ❖ Ils ont pu construire des maisons (3 à 4) en matériaux définitifs pour eux-mêmes et leurs enfants et ont accumulé d'autres biens tels que : motos, auto, matériels de culture attelée, moulin, bétail, etc.
- **Catégorie 2**, il ressort ce qui suit :
 - ❖ Les chefs d'exploitation de prospérité moyenne comprennent beaucoup de jeunes nouvellement indépendants. Ils ont moins de terres (3 à 5 ha) acquises par héritage ou par occupation et moins de superficie cultivée que ceux de la catégorie 1. Ils n'ont pas assez d'actifs agricoles. Ils ont recours à la main-d'œuvre salariée mais investissent peu dans les engrais chimiques. Les plantations dont les superficies sont en extension sont faites d'anacardières et de manguiers.
 - ❖ Ils assurent la sécurité alimentaire de leur ménage durant l'année mais ne dégagent que très peu d'excédents agricoles commercialisables. Ils arrivent tant bien que mal à faire face aux divers imprévus du ménage et aux charges liées à la scolarité de leurs enfants.
 - ❖ Ils ont pu construire des maisons (1 à 2) en matériaux définitifs et ont acheté des motos. Certains ont du bétail.
- **Catégorie 3**, il apparaît clairement que :
 - ❖ C'est la catégorie des pauvres du village. Ils ont très peu de terres (< 1 ha) acquises par héritage et en cultivent peu. Ils ont peu d'actifs agricoles et investissent très peu dans l'agriculture. Ils n'ont pratiquement pas recours à la main-d'œuvre salariée, ni aux engrais chimiques. Les plantations de faible extension sont faites de tecks et de manguiers.
 - ❖ Ils ne sont pas autosuffisants sur le plan alimentaire et ont un déficit d'au moins 3 mois. Ils ne parviennent pas à faire face aux imprévus, notamment les cas de maladie ou de décès dans la famille.
 - ❖ Ce sont des gens qui s'endettent souvent pour faire face à leurs charges et se trouvent obligés de brader leurs produits à la récolte.
 - ❖ Pour subvenir à leur besoin, ils sont obligés d'aller demander de la nourriture chez les paysans les plus nantis ou de travailler comme des manœuvres.

3.2. Typologie des systèmes d'exploitation mis en œuvre dans les villages sites RD

Critères de classification

Au total 32 critères ont été utilisés pour la classification dont 7 n'ont pas été discriminants du tout et 25 ont été discriminants parmi lesquels 17 sont les plus discriminants.

Les critères non discriminants sont la tenure foncière, le type de culture dominant, le système de rotation dominant, le système d'élevage, le recours au fumier, le recours à la main-d'œuvre salariée et la manifestation d'érosion hydrique (Tableau IV).

Quatre (4) groupes de critères ont été distingués parmi ceux discriminants et il s'agit de ceux relatifs :

- au statut du chef d'exploitation agricole (genre, âge, niveau d'instruction et taille du ménage) ;
- à la possession de facteurs de production (terre, travail, capital financier, plantation) ;
- à la gestion des facteurs de production (valorisation de la terre, de la main-d'œuvre et du capital financier) ;
- à la gestion de la fertilité du sol (jachère, culture de légumineuses, test ou adoption de légumineuses herbacées, engrais chimiques, gestion des résidus et arbres naturels laissés).

Parmi les critères différentiels, ont été retrouvés en l'occurrence les 17 critères les plus discriminants, sur lesquels 14 varient d'un village à l'autre et seulement les 3 ci-après sont communs à 2 villages :

- Superficie totale cultivée, commun aux villages d'Akpéro et de Miniffi ;
- Part de superficie sous jachère, commun aux villages de Gomé et de Miniffi ;
- Part de superficie fumée, commun aux villages d'Akpéro et de Gomé.

Cette situation semble confirmer les différences existant entre les villages sites R-D du point de vu des critères socioéconomiques analysés. En effet certains critères tels que la tenure foncière, le type de culture dominant, le système de rotation dominant, le système d'élevage, le recours au fumier, le recours à la main d'œuvre salariée et la manifestation d'érosion hydrique, sont non discriminants dans les 4 villages. Par contre, la taille du ménage, le nombre d'actifs agricoles, la proportion de revenu réinvestie dans l'agriculture, le type de jachère disponible et la superficie occupée par les légumineuses herbacées sont les critères discriminants pour les 4 villages.

Tableau IV. Critères de classification des systèmes d'exploitation agricoles mis en œuvre les villages sites R-D

N°	Critères	Villages			
		Akpéro	Gbanlin	Gomé	Miniffi
1	Genre du chef d'exploitation agricole (GENR)	+	+	-	+
2	Age du chef d'exploitation (AGE)	+	+	++	+
3	Niveau d'instruction (INSTR)	++	+	+	+
4	Taille du ménage (TAILM)	+	+	+	+
5	Nombre d'actif agricole (ACTIF)	+	+	+	+
6	Nombre de champ exploité (NCHAM)	+	+	++	+
7	Distance moyenne des champs par rapport au village (DISTM)	+	+	-	+
8	Superficie totale exploitée (SUPTOT)	+	++	+	+
9	Superficie totale cultivée (SUPCUT)	++	+	+	++
10	Superficie totale sous jachère (SJACH)	+	+	+	++
11	Part de superficie sous jachère (PJACH)	+	+	++	++
12	Tenure foncière ou mode faire valoir (TENUR)	-	-	-	-
13	Diversification des cultures (DIVERS)	+	+	+	++
14	Part de superficie sous légumineuse (PARLEG)	+	+	++	+
15	Type de culture dominant (CUDOM)	-	-	-	-
16	Proportion de revenu réinvestie dans l'agriculture (RINVAG)	+	+	+	+
17	Système de rotation dominant (SYDOM)	-	-	-	-
18	Système d'élevage (SYSEL)	-	-	-	-
19	Type de jachère disponible (TYPJA)	+	+	+	+
20	Superficie totale plantée (SPLANT)	++	+	+	+
21	Type de plantation (TYPLAN)	+	++	+	+
22	Superficie occupée par les légumineuses herbacées (SLEGH)	+	+	+	+
23	Type de culture fumée (CUFUM)	+	++	+	+
24	Part de superficie fumée (PSFUM)	++	+	++	+
25	Dose d'engrais NPK (DNPk)	+	+	+	++
26	Dose d'engrais Urée (DUREE)	+	++	+	+
27	Gestion des résidus (GRES)	+	+	-	+
28	Recours au fumier (FUMIER)	-	-	-	-
29	Recours à la main-d'œuvre salariée (MOS)	-	-	-	-
30	Recours au crédit agricole (CREDIT)	+	+	+	++
31	Manifestation d'érosion hydrique (EROS)	-	-	-	-
32	Densité d'arbres naturels dans les champs (DENSAR)	+	+	+	++

++ : Critère le plus discriminant

+ : Critère discriminant

- : Critère non discriminant

Principaux types de systèmes d'exploitation agricole

En matière d'une caractérisation des types de systèmes d'exploitation, 3 types de systèmes d'exploitation ayant une influence sur la capacité productive des sols ont été identifiés dans chacun des villages d'étude (Tableau V). Il s'agit du :

- *Type 1* : où les systèmes sont relativement équilibrés (27 % des exploitations) et caractérisés par une culture annuelle de légumineuses, une restitution des résidus de récolte et de végétaux, une utilisation de la fumure minérale, une jachère assez longue et une forte tendance agroforestière ;

- *Type 2* : où les systèmes sont médiocrement équilibrés (30 % des exploitations) et caractérisés par une culture annuelle de légumineuses, une utilisation relative de fumure minérale, une durée moyenne de jachère et une forte tendance agroforestière ;
- *Type 3* : où les systèmes sont déséquilibrés (43 % des exploitations) et caractérisés par une bonne proportion de légumineuses dans l'assolement, une quasi inexistence d'utilisation de fumure minérale, une courte période de jachère et une faible tendance agroforestière.

Pour l'ensemble des 4 villages d'étude, les systèmes d'exploitation de type 2 sont les plus importants et supérieur relativement de 6 % et 11 % respectivement à ceux de type 1 et de type 3. Ces tendances se confirment pour le village de Miniffi où les systèmes d'exploitation de la classe 2 représentent pratiquement un peu plus des 3/5^{ème}, tandis que ceux de la classe 1 représentent un peu plus du tiers et sont 12 fois supérieurs à ceux de la classe 3. Toutefois, elles sont différentes pour les villages de :

- Akpéro, où les systèmes d'exploitation des classes 1 et 3 sont d'égale importance et représentent environ chacun les 2/5^{ème} contre environ 1/5^{ème} pour ceux de la classe 2 ;
- Gbanlin où les systèmes d'exploitation de la classe 3 représentent 2,2 fois ceux du type 1 et sont supérieurs de 1,2 % à ceux du type 2 ;
- Gomé où le type 1 représente environ les 2/5^{ème} contre le quart pour le type 3 et un peu plus du tiers pour le type 2.

Tableau V. Importance numérique et proportion des différentes classes de systèmes d'exploitation agricole

Types de système	Akpéro		Gbanlin		Gomé		Miniffi		Ensemble	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
Type 1	14	39	7	20	14	39	13	36	48	33
Type 2	8	22	13	36	13	36	22	61	56	39
Type 3	14	39	16	44	9	25	1	3	40	28
Total	36	100	36	100	36	100	36	100	144	100

L'analyse discriminante des données indique que globalement, tous les systèmes d'exploitation identifiés ont été bien classés : au moins 79 %, 69 % et 78 % respectivement pour les types 1, 2 et 3 (Tableau VI). Ces données permettent de valider les résultats de la classification contenus dans le tableau V.

Tableau VI. Résultats de l'analyse discriminante des données

Classes	Taux global des systèmes d'exploitation bien classés (%)			
	Akpéro	Gbanlin	Gomé	Miniffi
Classe 1	93	100	79	100
Classe 2	75	100	69	91
Classe 3	93	94	78	100

3.3. Influence des systèmes d'exploitation agricoles sur l'intensité de la dégradation des terres

Dans les villages des sites R-D une relation a été établie entre la classification locale des sols par les producteurs, la classification française (CPCS, 1967) et la classification FAO (FAO, 1998) afin de faire connaître l'appellation locale des sols basée généralement sur leur couleur ou leur texture (tableau VII). Dans les systèmes déséquilibrés, exception faite des sols ferrugineux non concrétionnés (Luvisols eutriques ou *Adowiwi*) et sols ferrugineux appauvris (Arénosols hapliques ou *Yinkin*), la matière organique constitue une limitation très sévère. Dans les autres systèmes, la limitation est moyenne. Le taux de matière organique est satisfaisant dans les sols ferrugineux non concrétionnés (*Adowiwi*, tableau VIII) quel que soit le système et également dans le système relativement équilibré des sols ferrugineux appauvris (*Yinkin*). Les niveaux d'azote sont très insatisfaisants dans les systèmes déséquilibrés et modérément équilibrés sur sols ferrugineux concrétionnés (Luvisols ferriques ou *kowiwi*), sols ferrugineux non concrétionnés (Luvisols eutriques ou *Ilè kpoto* à Gomé).

Vu les valeurs du pH, les sols sont neutres à faiblement acides, ce qui est favorable à une assimilation des éléments minéraux. En général, le pH décroît avec le travail du sol (de 7,6 à 6,2). Ainsi, la mise en culture des sols de la zone ne conduit pas à l'acidification du sol même après plusieurs années de cultures (Igué, 2000) sauf sur système déséquilibré de *Ilè kpoto* (Luvisols eutriques). Seulement la capacité d'échange cationique (CEC) dans tous les sols apparaît une limitation sévère à moyenne quel que soit le système d'exploitation.

D'ailleurs, Igué (2000) et Igué (2004) ont montré que la valeur de CEC diminue de 56 % après 25 ans de culture. Mieux, une étude récente dans le bassin de la Lotho dans la commune de Dassa-Zoumé (Igué *et al.*, 2007) confirme la même tendance. De même, Agboola (1981) a indiqué qu'on observe une diminution rapide de la matière organique et des éléments nutritifs dans les sols lorsqu'ils sont cultivés intensivement (Lal, 1996). La somme des bases échangeables est à un niveau de limitation moyenne dans tous les sols et la limitation est marquée dans les systèmes déséquilibrés. Le complexe absorbant est assez garni en cations échangeables et c'est au niveau des sols yinkin, kowiwi et Adowiwi (système d'exploitation déséquilibré), Adowéwé et ilè tchowa (système d'exploitation moyennement équilibré) (tableau VIII) que des taux de saturation sont inférieurs à 60 %.

Les données du tableau VIII comparées à celles du tableau IX montrent que la limitation présentée par le phosphore est sévère à moyenne dans tous les sols sans relation apparente avec les systèmes d'exploitation. Igué, (2000) et Igué *et al* 2007, ont indiqué que tous les sols ferrugineux tropicaux sont carencés en phosphore après la mise en culture. Cependant, Igué (2000) a indiqué qu'après une longue durée de culture, le phosphore peut augmenter dans le sol. Ceci est dû à l'application régulière des engrais phosphatés sur la culture du coton. Lal (1996) signale le même phénomène dans les sols du Nigeria sous culture de maïs avec fertilisation du phosphore alors qu'il était plus faible en forêt (Moormann *et al.*, 1975).

Globalement, les taux de P, K, Ca et Mg, la somme des bases et le taux de saturation du complexe absorbant ne présentent pas une tendance nette en rapport avec les systèmes d'exploitation (tableau VIII).

L'évaluation de l'impact des systèmes d'exploitation sur les niveaux de carbone (C) et d'azote (N) du sol a donné des tendances légèrement différentes d'un village à un autre (Figures 2 à 4).

Tableau VII. Relation établie entre les typologies paysannes et scientifiques des sols dans la zone agro-écologique centre Bénin

Type de sols	Typologies paysannes dans les villages de				CPCS (1967)	FAO (1998)
	Miniffi	Gomé	Gbanlin	Akpéro		
Sols peu profonds	–	–	Sangué	Ilè tchowa	Sols peu évolués, d'érosion	Leptosols hapliques
Sols sableux	Yinkin	Ilè yanri	Ado wéwé	Ilè yanri	Sols peu évolués, d'apport	Arénosols hapliques
Sols graveleux	Kin	–	Ado wéwé	Ilè tchowa	Sols ferrugineux tropicaux remaniés	Régosols aréniques
Sols rouges	Ko vovo	–	Ayikoungban vovo	Ilè kpikpa	Sols ferrallitiques peu désaturés	Acrisols chromiques
Sols brun-jaunâtre peu concrétionnés	Ko wiwi	Ilè odan, ilè kpoto	Ado wiwi	Ilè akété, Ilè gbigbèdè	Sols ferrugineux tropicaux lessivés peu concrétionnés	Luvissols eutriques
Sols brun rouge très concrétionnés ou indurés	–	Ilè itcho gui	Ahouannin kin	Ilè tchowa	Sols ferrugineux tropicaux très concrétionnés ou indurés	Plinthosols ferriques
Sols bruns des axes de drainage	ko wéwé	Ilè aman	Ayikoungban wiwi	Ilè amon	Sols alluviaux, ferrugineux hydromorphes et sols bruns eutrophes	Fluvisols, Lixisols gleyiques, Cambisols eutriques.

Source : Agossou et Igué (2002)

Dans le village de Gomé, les résultats des analyses ont montré que moins le système est équilibré, plus les niveaux de carbone et d'azote sont faibles (McDonagh *et al.*, 2001). La limitation en carbone est sévère (taux inférieur à 0,8 %) dans les systèmes déséquilibrés, alors qu'elle est moyenne à sévère dans les autres systèmes. Le phosphore et le potassium ne présentent pas de tendance nette en rapport avec les systèmes d'exploitation. A Miniffi, les taux de carbone et d'azote sont d'autant meilleurs que le système est moins déséquilibré. Comme à Gomé, le phosphore et le potassium ne semblent pas être liés aux systèmes. Les taux de carbone et d'azote sont satisfaisants dans le *yinkin* et très déficients dans le *kowiwi*.

Dans les villages de Gbanlin et d'Akpéro, quel que soit le type de sol considéré, l'azote et le carbone, de même que le phosphore et le potassium ne semblent pas être liés aux systèmes d'exploitation.

Par ailleurs, l'azote et le carbone ne présentent pas de limitation dans les sols plus sableux. Il s'en déduit que les taux du carbone et de l'azote sont les deux critères pertinents de jugement permettant de faire une liaison entre le type de système et le niveau de dégradation du sol.

D'après Yimer *et al.* (2007), les pratiques culturales inappropriées dégradent sérieusement et considérablement les sols. Ils signalent que les systèmes de culture sans amendement réduisent considérablement les teneurs en matière organique et en azote total.

Selon Raji et Ogunwole (2007), l'utilisation continue (45 ans) de NPK montre seulement une légère augmentation en carbone organique (3 %) par rapport à un sol non amendé tandis que la fumure combinée à NPK indique une augmentation de la teneur en carbone organique de 115 %. Ceci a été confirmé par Affaton (2008) qui a montré l'impact des différents systèmes de culture sur la fertilité des sols.

Tableau VIII. Moyenne des résultats d'analyse dans les 20 cm supérieurs des différents types de sol

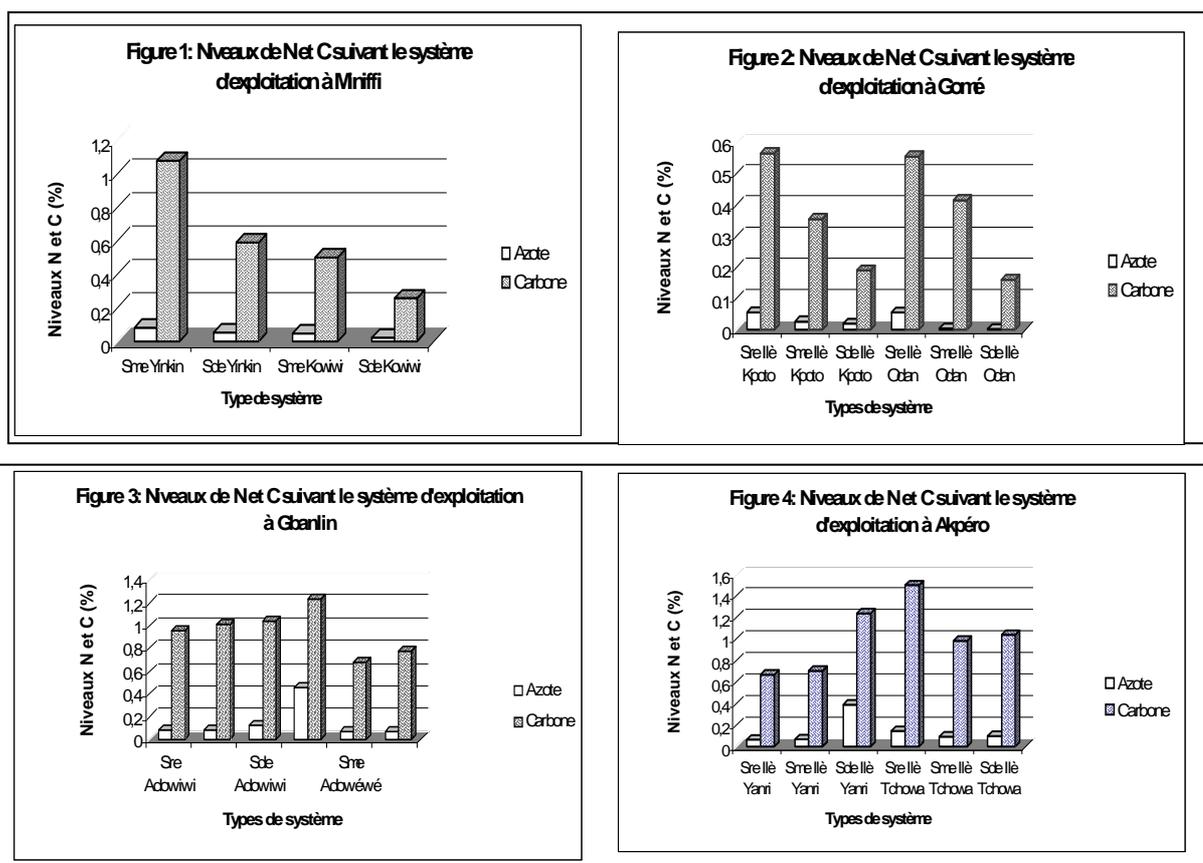
Type de Sol	Système d'exploitation	MO (%)	N (%)	pH	Ca++ (meq)	K+ (meq)	Mg++ (meq)	S* (meq)	CEC (meq)	% V**	Pppm
Yinkin	Smeq	1,86	0,081	6,7	2,86	0,40	0,60	4,96	10,60	46	15,7
	Sde	1,02	0,055	6,5	2,53	0,40	1,46	4,57	9,60	48	5,67
Kowiwi	Smeq	0,86	0,046	6,6	2,86	0,49	1,06	4,63	4,77	60	4
	Sde	0,45	0,023	6,4	1,66	0,40	0,86	3,1	4,30	45	3
	Sre	0,98	0,056	6,2	4,43	0,13	1,96	7,46	11,03	68	5
Ilèkpoto	Smeq	0,62	0,026	6,1	3,66	0,25	2,23	6,79	9,17	75	3,33
	Sde	0,33	0,019	5,9	2,26	0,09	1,98	4,97	8,37	61	3
	Sre	0,97	0,055	6,7	3,86	0,16	2,16	6,82	8,767	79	4
Ilèodan	Smeq	0,72	0,004	6,3	3,33	0,34	1,56	5,47	6,33	75	2,67
	Sde	0,28	0,002	6,3	2,9	0,15	1,36	4,86	7,10	70	6
	Sre	1,66	0,083	6,6	2,66	0,37	1,86	5,02	5,36	94	4
Adowiwi	Smeq	1,76	0,086	6,4	3,66	0,43	2,20	6,41	7	90	12,70
	Sde	1,81	0,123	6,8	2,26	0,37	1,40	4,11	8,36	57	38,70
	Sre	2,12	0,451	6,5	2,46	0,42	1,43	4,81	6,70	73	7
Adowéwé	Smeq	1,17	0,063	6,2	2,26	0,33	1,53	4,30	8,86	49	16,30
	Sde	1,34	0,074	6,5	2,7	0,13	1,60	4,73	6,86	71	4,67
	Sre	1,16	0,064	6,2	3,06	0,21	1,73	5,21	6,20	75	6,33
Ilè yanri	Smeq	1,21	0,068	6,5	2,96	0,25	1,43	4,92	6,50	56	3,67
	Sde	2,14	0,391	6,5	3,6	0,20	2,06	6,19	6,50	84	13,30
	Sre	2,59	0,146	6,6	2,53	0,58	1,66	4,95	8,33	59	8,67
Ilè Tchowa	Smeq	1,60	0,094	6,3	2,33	0,35	1	3,92	7,90	49	4
	Sde	1,79	0,099	6,4	2,4	0,39	1,5	4,36	5,73	83	12

* S = somme des Cations, ** %V = taux de saturation, Sre = Système relativement équilibré, Smeq = Système moyennement équilibré, Sde = Système déséquilibré

Tableau IX. Critères d'évaluation des classes de fertilité chimique des sols

Caractéristiques	Pas de limitations I	Limitations moyennes II	Limitations sévères III	Limitations très sévères IV
Matière organique (%)	> 2	1-2	0,5-1	< 0,5
Azote à pH 6	> 0,08	0,045-0,08	0,03-0,045	< 0,03
P ppm (Bray 1)	> 20	10-20	5-10	< 5
K (méq/100 g sol)	> 0,4	0,2-0,4	0,1-0,2	< 0,1
Somme des bases	> 10	5-10	2-5	< 2
Saturation en bases (%)	> 60	40-60	15-40	< 15
CEC (méq/100 g sol)	> 25	10-25	5-10	< 5

Source : Igué (2003)



CONCLUSION

L'étude a permis d'identifier trois systèmes d'exploitation ayant une influence sur la capacité productive des sols dans la région centre du Bénin. Les critères discriminants entre ces systèmes sont l'importance de la culture des légumineuses à graines, l'intensité du recyclage des résidus végétaux, l'importance de la fertilisation minérale, la durée de la jachère et l'intensité de la pratique d'agroforesterie.

L'évaluation de l'impact de ces systèmes d'exploitation sur les niveaux des nutriments du sol a montré que les taux du carbone et de l'azote sont les deux critères pertinents de jugement permettant de faire une liaison entre le type de système et le niveau de dégradation du sol. Les taux de P, K, Ca et Mg ne présentent pas une tendance nette en rapport avec les systèmes d'exploitation.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adégbola Y.P., I.N. Houssou, G.A. Singbo, 2003 : Typologie des exploitations et gestion de la fertilité des sols au Sud du Bénin, tome 1. Rapport d'étude, PAPA/CRA-Agonkanmey/INRAB, Porto-Novo, Bénin 60 p.
- Affaton, L.D., 2008 : Effet de la fertilisation sur la production de trois légumes feuilles traditionnels au Bénin : *Sesamum radiatum*, *Ceratotheca sesamoides* et *Justicia tenella*. Thèse d'Ingénieur Agronome, FSA, UAC, Bénin 95 p.
- Agboola, A.A., 1981: The effect of different soil tillage and management practices on the physical and chemical properties of soil and maize yield in a rain forest zone of western Nigeria. *Agronomy journal*, 73, 247-251.
- Agossou, V., Igué, A.M., 2002. Caractérisation paysanne et scientifique des sols des sites d'expérimentation agricole de la région centre du Bénin. In Actes de l'Atelier Scientifique Centre 1, pp. 136–150. Editeurs : Agossou A., Amadj F., Agbo B. et Tandjiépon A., Dassa Zoumé, Bénin. ISBN 99919-40-12-X.
- Agossou V., A.M. Igué, T.F. Ogouvidé, 2003 : Caractérisation des sols des Sites R-D : influence des systèmes d'exploitation sur l'intensité de la dégradation des terres. 2^{ème} Atelier Scientifique du Programme Régional Centre du Bénin tenu à Dassa du 17 au 18 décembre 2003. CRA-Centre/INRAB/MAEP/Bénin, Abstract, pp. 19-20.
- Alohou, E., 1998 : Etude des systèmes d'exploitation de quelques sites de recherche-développement du Nord-Bénin. Rapport d'étude. PARP/INRAB, 64 p.
- CeRPA-Collines (Centre Régional pour la Promotion Agricole), 2005 : Rapports annuels (1^{er} cycle et 2^{ème} cycle) de 1996 à 2005. Bohicon, Bénin 84 p.

- CPCS (Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols), 1967 : Classification des sols. Travaux Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols 1963-1967. ENSA, Grignon, 87 p.
- Dubroucq, D., 1967 : Etude des sols de la région ouest Dassa-Zoumé. Etude No. 98, CENAP, Bénin. 96 p.
- FAO (Food and Agricultural Organization), 1998 : Base de référence mondiale pour les ressources en sols. Rapport sur les ressources en sols du monde n° 84. FAO, Rome, Italie, 96p. ISBN 92-5-204-141-9
- Grandin, B., 1988: Wealth ranking in smallholder communities: A field Manual, Intermediate Technology Publications, Nottingham, England.
- Igué, A.M., 2000: The use of a soil and terrain data base for land evaluation procedures: Case study of Central Benin. PhD thesis, University of Hohenheim, Germany, 235 p. 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. Editeurs : Adjanonhoun A, Bankolé C. Agbo B. et Igué K. ISBN 99999-51-68-7.
- Igué, A.M., 2004: Impact of land use effect on chemical and physical soil characteristics in Colline Département of Benin. Proceedings Fourth International Conference on Land Degradation. CARTAGENA Spain. Symposium N° 44, Abstract p. 301, paper 651 on CD-ROM.
- Igué A.M., A. Floquet, K. Stahr, 2005: Land use/cover change and farming system in central Benin. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin N° 50 pp 23-37. ISSN 1025-2355.
- Igué A.M., M. Béllou, T. Gaiser, K. Stahr, 2007: Dégradation des terres du bassin versant de Lotho dans la commune de Dassa-Zoumé (Département des Collines). 4^{ème} édition de l'Atelier Scientifique National de la Recherche Agricole du Bénin du 11 au 14 décembre 2007. Résumé pp. 34-35. CRA-Centre/INRAB/MAEP/Bénin.
- Lal, R., 1996: Deforestation and land use effects on soil degradation and rehabilitation in Western Nigeria. II. Soil chemical properties. *Land degradation and Development*, Vol. 7, 87-98.
- McDonagh J.F., T. Birch Thomsen, J. Magid, 2001: Soil organic matter decline and compositional change associated with cereal cropping in southern Tanzania. *Land degradation and development* 12, 13-26.
- Moormann F R, R. Lal, A.S.R. Joe, 1975: Soils of IITA. *IITA Technical bulletin* N°3 IITA Ibadan Nigeria 20 p.
- MCPPD, 2004 : Troisième recensement général de la population et de l'habitation – cahier des villages et quartiers de ville. Département des collines. Mai 2004. 30 p.
- Raji, B. A., Ogunwale, J.O., 2006: Potential of soil carbon sequestration under various landuse in the sub-humid and semi-arid savanna of Nigeria: lessons from long-term experiments. *International Journal of Soil Science*, 1, 1, 33-43.
- SAS, 1989 : SAS / STAT. User's guide (Ressource électronique). – 4^{ème} éd., version 6 – New-York : SAS. Inst. Inc., Cary.
- Tran Vinh An, 1976: Recueil des méthodes d'analyses des sols. Principes, techniques et calculs. Version provisoire. Laboratoire d'Analyse des Sols et des Eaux PAP. Etude N°156. INRAB/MAEP/Bénin. 53 p + annexes.
- Van der Pol F., A.C. Gogan, G. Dagbénonbakin, 1993 : L'épuisement des sols et sa valeur économique dans le département du Mono, Bénin. Rapport RAMR/INRAB. 79 p. KIT Amsterdam.
- Yimer F., S. Ledin, A. Abdelkadir, 2007: Changes in soil organic carbon and total nitrogen contents in three adjacent land use types in the Bale Mountains, south-eastern highlands of Ethiopia. *Forest Ecology and Management*, 242, 2/3, 337-342.