

Evaluation De La Performance Des Pratiques De Gestion De La Fertilité Des Sols Dans Le Bassin De La Rivière Okpara Au Bénin

M.A. Akpo

Unité de Recherche sur la Gestion Intégrée des Sols et des Cultures (ISCM),
Laboratoire des Sciences du Sol, Département de Production Végétale,
Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi,
Cadjèhoun Cotonou, Bénin

Laboratoire d'Etudes des Dynamiques Urbaines et Régionales, Université
d'Abomey-Calavi, Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines,
Département de Géographie et Aménagement du Territoire, Abomey-Calavi,
Bénin.

A. Saidou

I. Balogoun

Unité de Recherche sur la Gestion Intégrée des Sols et des Cultures (ISCM),
Laboratoire des Sciences du Sol, Département de Production Végétale,
Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi,
Cadjèhoun Cotonou, Bénin.

I. Yabi

Laboratoire Pierre PAGNEY « Climat, Eau, Ecosystème et Développement
», Université d'Abomey-Calavi, Faculté des Lettres, Arts et Sciences
Humaines, Département de Géographie et Aménagement du Territoire,
Cotonou, Bénin

L.B. Bio Bigou

Laboratoire d'Etudes des Dynamiques Urbaines et Régionales, Université
d'Abomey-Calavi, Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines,
Département de Géographie et Aménagement du Territoire, Abomey-Calavi,
Bénin.

doi: 10.19044/esj.2016.v12n33p370 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2016.v12n33p370](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2016.v12n33p370)

Abstract

A good management of agricultural land based on scientific knowledge and farmer indigenous knowledge is necessary to ensure sustainable agricultural production. Our research aims to evaluate the performance of farmers' strategies and improved soil fertility management practices in improving level of crop yields in the basin of the Okpara River

in Benin. Surveys using semi-structured questionnaire were conducted from October 11 to November 30, 2015 on a sample of 1048 farmers belonging to socio-cultural groups Tchabè, Mahi, Ditamari, Lokpa, Bariba and Fulani. Informations collected concerned farmers' soil fertility management practices and soil fertility improvement strategies introduced by the extension services. Crop rotation, long term natural fallow, fallow with perennial crops especially cashew trees, cassava "fallow" and cereal and leguminous intercropping (respectively 91.11; 41.66; 48.53; 54.61 and 86.25% of respondents) are endogenous soil fertility management practices. However, mineral and organic fertilizers (respectively 25.45 and 20.38% of respondents) are improved soil fertility management practices introduced. Generally 42% of respondent mentioned that indigenuous soil fertility management practices could improve only by 25% crop (especially maize) yield level against 98.5% of respondents who mentioned that improved soil fertility management practices could improve by 50% of the crop yield level. Considering the efficiency of these soil fertility management practices our study suggests some issues to be taken into account for better land management in the study area.

Keywords : Land restoration, indigenous knowledge, mineral fertilizers, organic fertilizers, cropping systems, farmer's rationality

Resume

Une bonne gestion des terres agricoles basée sur les connaissances scientifiques et les savoirs paysans est indispensable pour assurer une production agricole durable. La présente recherche vise à évaluer la performance des stratégies paysannes et les pratiques améliorées de restauration de la fertilité des sols dans l'amélioration du niveau des rendements des cultures dans le bassin de la rivière Okpara au Bénin. Des enquêtes à l'aide d'un questionnaire semi structuré ont été conduites du 11 octobre au 30 novembre 2015 sur un échantillon de 1048 producteurs appartenant aux groupes socio-culturels Tchabè, Mahi, Ditamari, Lokpa, Bariba et Peulh. Les informations collectées ont porté essentiellement sur les pratiques paysannes de gestion de la fertilité des sols et celles introduites par les services d'encadrement. La rotation culturale, la jachère naturelle de longue durée, la jachère comportant les cultures pérennes en particulier l'anacardier, la jachère manioc et les associations culturales céréale et légumineuse respectivement par 91,11 ; 41,66 ; 48,53 ; 54,61 et 86,25 % des personnes enquêtées sont les principales stratégies endogènes de restauration de la fertilité des sols. Par contre, l'utilisation des engrais minéraux et organiques (respectivement par 25,45 et 20,38 % des personnes enquêtées) sont les pratiques introduites. En général 42 % des producteurs enquêtés

affirme que les pratiques paysannes de restauration de la fertilité des sols n'améliorent que de 25 % le niveau de rendement des céréales (en particulier le maïs) contre 98,5 % des personnes enquêtées qui ont affirmé que les pratiques introduites améliorent de 50 % le niveau de rendement du maïs. Sur la base de l'appréciation tant du point de vue de l'efficacité que de la durabilité de ces pratiques sur le niveau de production des propositions sont faites pour une meilleure gestion des terres des exploitations agricoles de la zone d'étude.

Mots clés : Restauration des sols, connaissances endogènes, engrais minéraux, amendement organique, systèmes de culture, rationalité paysanne

Introduction

Le problème de dégradation des terres est un phénomène mondial affectant plus de deux milliards d'hectares de terre cultivable (El Hadraoui, 2013). Selon l'auteur, il menace à la fois les pays développés et les pays en développement. Ceci constitue un obstacle au développement agricole moteur de la croissance économique dans les pays en développement. Raisons pour lesquelles, les questions liées à la gestion de la fertilité des sols occupent le centre des débats sur la durabilité des systèmes de production agricole en Afrique au sud du Sahara et particulièrement au Bénin. L'analyse des résultats des diagnostics menés au Bénin montrent que les producteurs s'inquiètent par rapport à la "fatigue de leur sol" et les éleveurs par rapport à la faible productivité des pâturages (Saïdou, 2005). Cette "fatigue des terres" exprimée par les producteurs, n'est rien d'autre qu'une baisse quantitative et qualitative de la fertilité des sols.

Le maintien de la fertilité des sols demeure une grande préoccupation pour les exploitants agricoles dans le bassin de la rivière Okpara (Djenontin *et al.*, 2002). Cette zone pourvoyeuse des produits vivriers des grands centres urbains du Bénin, n'est pas épargnée par cette situation de dégradation des terres agricoles. Les résultats des travaux de recherche (Saïdou *et al.*, 2004 ; Saïdou *et al.*, 2008) ont démontré que les producteurs, vis-à-vis de cette situation permanente et persistante de dégradation des sols, développent des stratégies d'adaptation en vue du maintien du niveau de rendement des cultures. Ces stratégies locales ont permis aux producteurs dans une certaine mesure de satisfaire leurs besoins d'existence et de subsistance. Toutefois, de nos jours avec l'accroissement de la densité de la population certaines de ces stratégies traditionnelles de restauration de la fertilité des sols comme les jachères de longue durée présentent des limites (Tokpa *et al.*, 2016) et ont même disparu dans certaine zone du Bénin en particulier au sud (Bloukounon-Goubalan *et al.*, 2015). D'où la nécessité de mettre en œuvre de nouvelles technologies axées sur les ressources localement disponibles et

les connaissances locales des producteurs. Avant ceci, l'inventaire des technologies de restauration de la fertilité des sols et leur performance dans l'amélioration des niveaux de rendement des cultures s'impose.

En général comme l'a mentionné Kissou *et al.* (2012) les pratiques endogènes de gestion de la fertilité des sols sont héritées de génération en génération. Ces pratiques ont été adaptées aux conditions évolutives des systèmes de production traditionnelle d'où leur rationalité. De même, Bio-Lafia (2007), Mele (2009) et Akpo *et al.* (2016) ont montré que l'appréciation du niveau de fertilité du sol et les pratiques de restauration de la fertilité des sols sont le plus souvent fonction de l'appartenance socio-culturelle des producteurs. Sachant que plusieurs groupes socio-culturels cohabitent dans le bassin de la rivière Okpara, cet état de connaissance a été objet de la présente étude également. La finalité de cette recherche n'est donc pas d'aider à la gestion individuelle des facteurs de production des exploitations agricoles, mais de se rendre compte de la dynamique globale de l'agriculture de la région d'étude par l'évaluation des performances des différentes pratiques de restauration de l'état de fertilité des sols en relation avec les connaissances locales des producteurs.

Ceci étant, le défi aujourd'hui se trouve également dans l'étude de la performance des savoirs et pratiques endogènes, la rationalité de ces pratiques et le rôle clé joué par les acteurs dans le maintien de ces pratiques et leur transmission de génération à génération. La présente étude vise à : i) inventorier les pratiques traditionnelles et améliorées introduites de gestion de la fertilité des sols chez les différents groupes socio-culturels présents dans le bassin de la rivière Okpara, et ii) évaluer la performance et la rationalité de ces stratégies de restauration de la fertilité des sols considérant les différents groupes socio-culturels.

Methodologie

Milieu d'étude

La présente étude a été conduite dans le bassin béninois de la rivière Opkara situé entre 8°13' et 9°57' de latitude Nord et entre 2°31' et 3°25' de longitude Est (Figure 1). Le secteur d'étude jouit dans sa partie sud, d'un climat de transition entre le climat subéquatorial et le climat soudanien. Il est caractérisé par un régime pluviométrique intermédiaire tantôt bimodal tantôt unimodal. Mais depuis peu, ce climat de transition tend à laisser place à un climat de type soudanien marqué par une saison pluvieuse (d'avril à octobre) et une saison sèche (de mi-octobre à mi-avril). Les hauteurs moyennes des pluies sont de 1100 mm par an. Dans les parties centrale et septentrionale du bassin, elles présentent un climat soudanien caractérisé par l'alternance d'une saison pluvieuse et d'une saison sèche (Ogouwalé, 2013). Ce climat

est globalement favorable aux activités agricoles avec une possibilité de deux campagnes agricoles par an dans la partie sud.

Les sols ferrugineux tropicaux qui occupent environ 44,53 % de la superficie totale du milieu sont dominant dans la zone d'étude (Dossou-Yovo, 2009), suivis des sols alluvionnaires (36,21 %) provenant des dépôts de sédiments laissés par la rivière Okpara et ses affluents. On distingue également les minéraux bruts lithiques d'origine non climatique provenant de l'érosion et formés sur des cuirasses (13,16 %) et les sols peu évolués lithiques d'origine non climatique formés sur du quartzite et du micaschiste (4,72 % de la superficie de la zone). D'autres types de sol de moindre distribution sont également observés sur le bassin notamment les sols hydromorphes, les vertisols et les sols ferralitiques. Ces sols sont propices aux cultures céréalières (maïs et mil), aux racines et tubercules (igname, manioc), légumineuses (niébé et arachide) sans oublier les plantes pérennes (anacardier) (Dossou-Yovo, 2009).

L'agriculture, dominée par les cultures vivrières constitue la principale occupation et source de revenus pour la majeure partie de la population du bassin et occupe environ 52 % de la population active. La population du bassin a évolué de façon continue de 1979 à 2013. Ainsi, elle est passée de 180038 habitants en 1979 à 312767 habitants en 1992. Puis de 485686 habitants en 2002 à 663578 habitants en 2010. Cette population a atteint 1 182 889 habitants en 2013 (INSAE, 2015). Plusieurs groupes socio-culturels sont présents dans le bassin. Il s'agit des Tchabè, Bariba, Fon et des migrants venus des départements du Zou, de l'Atacora et de la Donga. Ces migrants sont majoritairement les Fon, Lokpa et Ditamari à la recherche des terres agricoles fertiles. A ces groupes s'ajoutent les Peulh venus du Borgou et du Nigeria qui s'adonnent aux activités agropastorales. Il faut retenir que ceux provenant du Nigeria sont des transhumants à la recherche du pâturage.

Conduite des enquêtes

Les enquêtes de terrain ont été conduites dans les communes traversées par la rivière Okpara en prenant en compte la diversité des groupes socio-culturels et l'importance de la production agricole. Ainsi, les communes de Pèrèrè (nord-est du bassin) de N'Dali (nord-ouest du bassin) de Tchaourou (centre du bassin) et de Ouèssè (sud du bassin) ont été sélectionnées (Figure 1) pour la conduite des enquêtes.

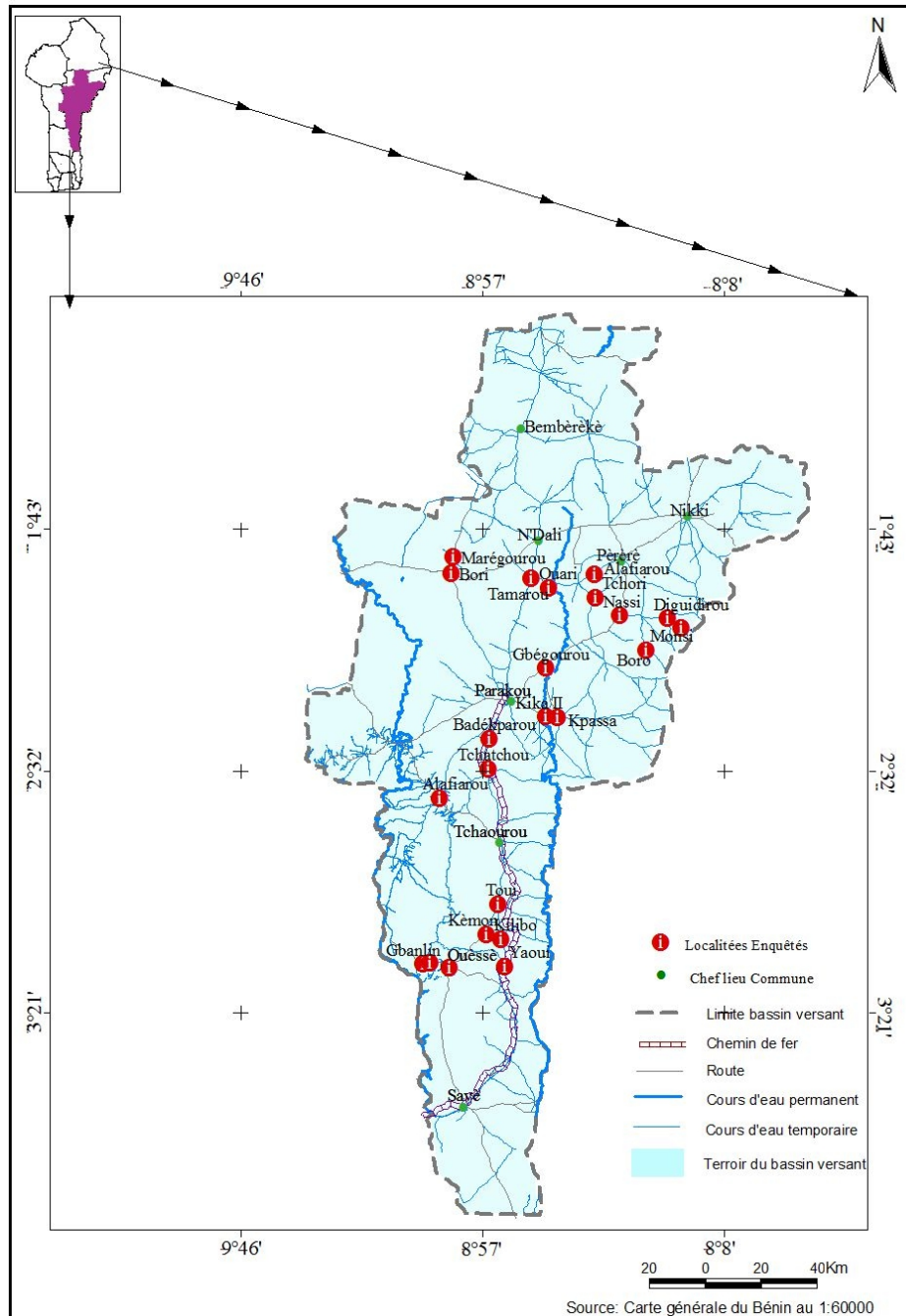


Figure 1 : Localisation géographique des localités parcourues

Les critères de sélection de ces localités étaient : la représentativité, les superficies emblavées pour les cultures importantes (maïs, coton, manioc et les légumineuses vivrières) à partir des statistiques du ministère de

l'agriculture et l'accessibilité en toutes les saisons. Ces critères ont également servis pour la sélection des villages. Au total, 25 villages ont été sélectionnés (Tableau 1) considérant les communes. En prélude à l'enquête sur le terrain, une étude exploratoire, a permis d'avoir des informations générales sur les pratiques culturelles.

Tableau 1 : Liste des villages sélectionnés par commune et les groupes socioculturels dominant

Zones	Communes	Villages	Groupes socio-culturels
Nord est	Pèrèrè	Boro	Bariba
		Diguidirou	Bariba
		Gninsy	Bariba et Peulh
		Alafiarou	Bariba
		Nassy	Bariba
		Nonsy	Peulh
Nord-ouest	N'Dali	Wari	Bariba
		Tamarou	Bariba
		Gbé gourou	Bariba
		Alafiarou	Bariba
		Maregourou	Bariba et peulh
		Bori	Peulh
		Kori	Peulh
Centre	Tchaourou	Tchatchou	Bariba et Tchabè
		Badekparou	Bariba
		Kika	Bariba
		Alafiarou	Peulh, Tchabè et Bariba
		Kpassa	Bariba et Peulh
Sud	Ouèssè	Ouèssè-Centre	Mahi et Tchabè
		Gbanlin	Mahi
		Vossa	Tchabè
		Kilibo	Tchabè
		Yaoui	Ditamari, Lokpa et Tchabè
		Toui-Centre	Tchabè et Idaasha
		Kèmon	Tchabè et Lokpa

Taille de l'échantillon

La formule utilisée pour la constitution de l'échantillon est basée sur le principe du tirage exhaustif (Schwartz, 2002) qui se présente comme suit:

$$N = \frac{Z\alpha^2 PQ}{d^2}$$

Où :

N = Taille de l'échantillon par commune

Z α = écart fixé à 1,96 qui correspond à un degré de confiance de 95 %

P = nombre de ménages agricoles de la commune/ nombre de ménages total

Q = 1- P

d = marge d'erreur qui est égale à 5 %

Le mode d'échantillonnage est aléatoire, ce qui permet de juger objectivement de la valeur des estimations. La taille de l'échantillon considéré pour l'étude était estimée à 1048 paysans (Tableau 2).

Tableau 2 : Valeurs des paramètres utilisés pour le calcul de la taille de l'échantillon

Zones	Communes	Effectifs ménages agricoles ¹⁾	$Z\alpha^2$	P	Q (1-P)	d	N
Nord-ouest	N'Dali	6434	3,84	0,76	0,24	0,05	280
Nord-est	Pèrèrè	3914	3,84	0,85	0,14	0,05	182
Sud	Ouèssè	12271	3,84	0,83	0,16	0,05	204
Centre	Tchaourou	8037	3,84	0,53	0,47	0,05	382
Total		30656					1048

Données du Recensement Général de la Population et de l'Habitation (INSAE, 2015)

Méthodes et outils de collectes des données

Les enquêtes ont été conduites dans la période d'Octobre à Novembre 2015. L'investigation s'est déroulée en trois étapes: entretien individuel avec les différents chefs de ménage en assemblée villageoise au début de l'étude, entretiens semi-structurés dans les exploitations agricoles et assemblée villageoise de restitution des résultats après traitement des informations. Un guide d'entretien a permis de conduire les assemblées villages et les discussions avec les personnes ressources. Le recours aux tableaux croisés et aux images portant sur les technologies endogènes ou améliorées introduites recensées lors des études antérieures a permis des échanges fructueux entre les exploitants agricoles et l'équipe de recherche. Ces échanges ont porté sur les éléments de caractérisation et la rationalité de ces technologies.

Traitement et analyse des données

Les données qualitatives issues des discussions de groupe ont servi de base pour l'analyse des principaux résultats obtenus. Les données issues de l'enquête ont été codifiées puis saisies dans une matrice de gestion de base de données à l'aide du tableur Excel version 2013. Les analyses statistiques ont été faites avec le logiciel SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) version 21. Ces analyses ont concerné la détermination des statistiques descriptives. L'analyse factorielle des correspondances (AFC) a été effectuée afin de relier les différents groupes socio-culturels aux pratiques de restauration de la fertilité des sols. Le logiciel Minitab version 14 a été utilisé à cet effet.

En ce qui concerne l'appréciation de la performance des technologies de restauration de la fertilité des sols, on s'est contenté de la déclaration des paysans. A cet effet, il leur a été demandé de faire une comparaison entre les rendements obtenus après application de la pratiques de restauration de la fertilité des sols et ceux obtenus lorsque le sol présentait des signes de

dégradation. Pour faciliter la comparaison les producteurs devraient dire s'il y avait amélioration ou pas du rendement, si les rendements augmentaient de 25 % ou de 50 % ou 75 % ou de 100 % comparativement aux rendements sur le sol dégradé.

Resultats

Stratégies endogènes de restauration de la fertilité des sols

Les résultats de l'enquête ont montré que, sept techniques endogènes de restauration de la fertilité des terres agricoles sont pratiquées dans la zone d'étude. Il s'agit de la jachère naturelle de longue durée, la jachère avec présence des cultures pérennes en particulier l'anacardier, la jachère manioc, l'agroforesterie (association culturale anacardier cultures vivrières), les rotations culturales avec les légumineuses vivrières, les associations culturales céréales légumineuses vivrières et du parcage rotatif des bœufs sur les parcelles de production des cultures vivrières ou de l'igname. L'association des cultures avec l'anacardier s'effectue souvent lorsque l'arbre est à un jeune âge. Au-delà d'un certain âge cette association n'est plus possible surtout si la densité des arbres est importante.

Le Tableau 3 présente les techniques de restauration de la fertilité des sols en fonction des groupes socio-culturels.

Tableau 3 : Importance (en pourcentage des personnes enquêtées) des pratiques endogènes de restauration de la fertilité des sols selon les groupes socio-culturels

Pratiques endogènes de restauration de la fertilité des sols dégradés	Groupes socio-culturels					
	Tchabè	Bariba	Peulh	Mahi	Lokpa	Ditamari
Jachère avec présence de l'anacardier	77,7	85,8	58,5	72,2	8,3	0
Jachère de manioc	91,8	46,5	36,8	88,1	69,8	55,7
Jachère naturelle de longue durée	89,6	65,1	44,2	27,5	16,3	7,3
Rotation culturale céréales avec les légumineuses vivrières	85,6	90,1	96,2	97,5	79,1	98,2
Association culturale céréales et légumineuses vivrières	84,9	90,3	79,2	94,4	84,6	84,8
Parcage rotatif des bœufs sur les parcelles de culture	4,0	9,5	78,8	1,2	23,3	5,5

Il ressort de l'analyse des résultats du tableau 3 que tous les groupes socio-culturels adoptent à la fois plusieurs pratiques de restauration de la fertilité des sols à l'exception des Ditamari qui ne plante pas l'anacardier. Les groupes socio-culturels autochtones (Tchabè et Bariba) pratiquent toutes les stratégies de restauration de la fertilité des sols. Les stratégies qui mobilisent la terre pour une longue durée d'exploitation (jachère de longue durée et agroforesterie) sont faiblement pratiquées par les groupes migrants venus de l'Atacora. La Figure 2 présente les résultats de l'Analyse

Factorielle des Correspondances des stratégies de restauration de la fertilité des sols en fonction des groupes socio-culturels.

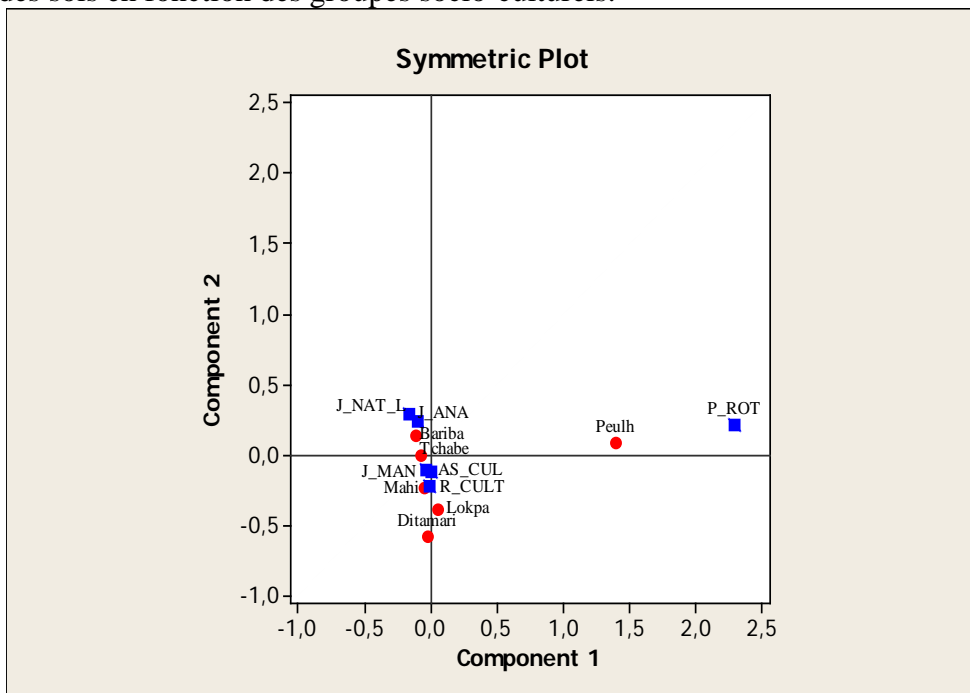


Figure 2 : Positionnement des groupes socio-culturels et des pratiques endogènes de restauration de la fertilité des sols dans un système d’axes de l’Analyse Factorielle des Correspondances

Notes : PARB = Parcage rotatif des bœufs ; J_NAT_L = Jachère de longue durée ; J_ANAR = Jachère avec anacardier ; P_ROT = Rotation des cultures avec légumineuses vivrières ; J_MAN = Jachère de manioc ; AS_CULT = Association culturale avec légumineuses vivrières

Les informations contenues dans les variables sont contrôlées à 88,28 % par le système d’Axes 1 et 2. Les résultats de la figure montrent également que suivant la ligne, la jachère avec l’anacardier, la jachère naturelle de longue durée et le parcage rotatif des bœufs sur les parcelles de culture participent à la formation de l’Axe F1 et la rotation culturale avec les légumineuses vivrières, l’association culturale avec les légumineuses vivrières et la jachère de manioc participent à la formation de l’Axe F2. Suivant la colonne, les groupes socio-culturels Tchabè, Peulh et Bariba d’une part, participent à la formation de l’Axe F1 et d’autre part, les Mahi, les Lokpa et Ditamari participent à la formation de l’Axe F2.

La jachère avec présence de l’anacardier et la jachère de longue durée sont les stratégies traditionnelles de restauration de la fertilité des sols propres aux groupes socio-culturels Tchabè, Bariba et les Fon et apparentés. Tandis que le parcage rotatif des bœufs sur les parcelles de culture est propre au groupe ethnique Peulh. En général on observe que les Tchabè, les

Ditamari et les Lokpa pratiquent les rotations culturales, les associations culturales et la jachère manioc pour le rétablissement du niveau de la fertilité des sols dégradés.

Pratiques améliorées introduites de restauration de la fertilité des sols

Dans l'ensemble les pratiques améliorées introduites de restauration de la fertilité des sols s'articulent autour de l'usage des engrais minéraux en particulier l'urée (60 % d'azote) et le NPK-SB 14-23-14-5-1 destinés à la culture du coton, et les engrais organiques (en particulier le fumier de ferme et le compost). Toutes ces technologies ont été introduites par les structures d'encadrement du monde rurale et par les chercheurs du Centre de Recherche Agricole (CRA) Centre Savè dont la zone d'intervention s'étend jusqu'à Ouèssè. Le Tableau 4 présente les producteurs enquêtés qui pratiquent ces différentes technologies améliorées de restauration de la fertilité des sols selon les groupes socio-culturels.

Tableau 4 : Importance (en pourcentage des producteurs enquêtés) des pratiques améliorées introduites de restauration de la fertilité des sols selon les groupes socio-culturels

Typologies des pratiques endogènes de restauration de la fertilité des sols	Groupes socio-culturels					
	Tchabè	Bariba	Peulh	Mahi	Lokpa	Ditamari
Usage d'engrais minéral	7,8	35,5	3,5	81	31,5	23
Usage d'engrais organique	21,2	16,4	41,5	31	3,8	11,4

Il ressort de l'analyse des résultats du Tableau 4 que l'usage des engrais minéraux concerne 81% des producteurs du groupe socioculturel Mahi, suivis des groupes socioculturels Bariba (35,5%) et Lokpa (31,5%). En ce qui concerne l'usage des engrais organiques, ce sont exclusivement les producteurs des groupes socio-culturels Peulh (41,5%) qui le pratique cette stratégie de restauration de la fertilité des sols dégradés. La proportion des Tchabè (21,2 %) utilisant cette technologie est non moins importante.

Caractéristiques des différentes technologies de restauration de la fertilité des sols pratiquées dans la zone d'étude

Plusieurs types de jachère ont été identifiés dans le secteur d'étude. Il s'agit des jachères de courte durée (moins de 3 ans), des jachères de 5 ans et des jachères de longue durée (plus de 5 ans) avec présence ou non d'anacardier. Les jachères de courte durée sont souvent en association avec des cultures de pois d'angole (*Cajanus cajan*) ou du manioc (cas de la jachère manioc). Celles de plus de 5 ans sont laissées avec de l'anacardier (*Anacardium occidentale*). Seuls les autochtones propriétaires terriens,

pratiquent ce mode de jachère avec présence d'anacardier et des jachères naturelles de longue durée. Ainsi, 84,5 % des personnes enquêtées appartenant aux groupes socio-culturels Tchabè, Bariba et Fon et apparentés ont affirmé laisser leurs terres en jachère lorsque des signes de dégradation souvent caractérisés par des baisses de rendement apparaissent. La jachère manioc est pratiquée aussi bien par les migrants et les autochtones Fon de Ouèssè. Ces groupes socio-culturels ne disposent souvent pas suffisamment de terres cultivables. Le pois d'angole (*Cajanus cajan*) est une pratique culturelle propre aux Tchabè. Cette pratique de restauration de la fertilité des sols consiste à mettre en place la plante sur les parcelles dégradées. Après une ou deux saisons de culture, une rotation culturale avec le maïs est faite. Selon la perception des producteurs non seulement cette plante qui est une légumineuse arbustive permet de restaurer la fertilité des sols mais elle élimine également le chiendent (*Imperata cylindrica*) par son système racinaire et l'importante biomasse produite.

Les associations culturales le plus souvent pratiquées dans la zone sont maïs/arachide, maïs/sorgho et maïs/manioc dans une proportion de 1/2 pour chacune des cultures sur l'espace occupé. Il n'est pas rare de voir des associations céréale (maïs ou sorgho) avec le niébé. Les associations culturales se pratiquent sur un sol dont le niveau de fertilité n'est pas encore en dégradation avancé pour les deux cultures. En ce qui concerne l'occupation de l'espace, selon la perception des producteurs, la technique permet à la fois de maximiser, de diversifier la production et de réduire le développement anarchique des adventices. La technique est plus répandue chez les migrants que chez les autochtones. Elle est pratiquée par 45% des autochtones et 72% des migrants enquêtés.

La rotation des cultures est pratiquée par 75% des producteurs enquêtés tous les groupes socio-culturels compris. Les variétés tardives sont préférées pour la première saison agricole plus longue que la seconde. En générale dans la zone, l'igname vient souvent en tête de rotation après une nouvelle friche. Ainsi, les producteurs enquêtés ont affirmé qu'ils font une succession des cultures dans l'ordre suivant : igname, maïs, arachide ou niébé ou soja, manioc. L'introduction du soja dans le système de rotation est spécifique aux groupes socio-culturels Ditamari et Lokpa. Toutefois, certaines personnes enquêtées ont affirmé cultiver le coton en tête de rotation (23 %), mais cette pratique est plus observée chez les Mahi et les migrants venus du département de l'Atacora. On remarque également que les producteurs font la rotation coton-céréale (21 %) en vue de faire bénéficier par la céréale les arrières effets de la précédente fumure minérale appliquée au cotonnier.

En général dans la zone d'étude, l'usage des engrais minéraux est pratiqué uniquement par les producteurs de coton et quelque rare fois par les

producteurs de maïs. Seulement 25,45 % des producteurs enquêtés utilisent les engrais minéraux en raison de leur coût très élevé (12 000 F CFA lorsqu'ils sont subventionnés et 18 000 FCFA sur le marché) et des difficultés d'approvisionnement. L'engrais NPK-SB 14-23-14 5-1 est appliqué aussi bien pour le coton que pour le maïs à la dose recommandée par les services de vulgarisation (150 kg/ha de NPKSB 15 jours après le semis et 50 kg/ha d'urée 45 jours après semis). Au total seulement 8,3 % des personnes enquêtées respectent cette disposition contre 25,45 % qui ne fractionne pas les apports. Cette dernière catégorie de producteur mélange les deux types d'engrais selon les doses recommandées puis font un apport unique à 40 jours après semis.

L'utilisation des engrais organiques se limite uniquement à la communauté Peulh (agro-éleveur). L'amendement organique le plus pratiqué (17,9 % des personnes enquêtées) dans la zone est le parage rotatif des bœufs. Toutefois, certains producteurs appartenant aux groupes socio-culturels Bariba (21,5 %) et Tchabè (4,5 %) signent des contrats de parage avec les Peulhs sédentaires ou transhumants. La rémunération du peulh dans ce type de contrat est qu'ils profitent librement et sans inquiétude des résidus de récolte sur les parcelles de culture du producteur. En retour, le producteur améliore le stock de matière organique de sa parcelle à travers les déjections des animaux. L'efficacité de cette pratique dépend de la taille du cheptel.

Performance des pratiques traditionnelles et introduites de restauration de la fertilité des sols

Il ressort des résultats des enquêtes de terrain que 87,3 % des producteurs enquêtés affirment que la jachère naturelle améliore de 25% le niveau de rendement du maïs et de 30 % celui de l'igname, surtout quand elle est de longue durée (supérieur à 10 ans). Sur les jachères de courte durée (1 à 3 ans), les paysans sont obligés de cultiver les légumineuses vivrières notamment le soja ou l'arachide pour espérer un meilleur rendement pour la subséquente culture de maïs qui est plus exigeante en nutriment. En effet, 75,6 % des producteurs enquêtés ont affirmé que dans ce système de rotation culturale, le niveau de la subséquente culture de maïs peut être amélioré de 15 % comparativement au rendement initial avant la mise en jachère de la parcelle.

En plus de ces deux types de jachères, deux autres sont reconnus pour leur efficacité dans l'amélioration du rendement d'une culture de maïs considérée comme plante test. Il s'agit de la jachère avec des cultures pérennes en particulier l'anacardier et de la jachère améliorée avec les légumineuses vivrières et avec le *Cajanus cajan*. La jachère avec la culture pérenne se fait souvent soit avec l'anacardier et parfois le teck (*Tectona*

grandis). Ce système est très apprécié par les producteurs (73 % des personnes enquêtées) par sa capacité de restauration de la fertilité des sols dégradés. En effet, des résultats de nos enquêtes, il ressort de la perception des producteurs que le rendement d'une culture de maïs est amélioré de 50% comparativement à la situation initiale. La jachère avec les cultures annuelles comporte le pois d'angole ou le manioc. Ces deux cultures peuvent rester sur la parcelle pendant une durée de deux ans selon la variété des deux cultures. Pour 89 % des personnes pratiquants ce système de culture, il permet de restaurer la fertilité des sols sur une année seulement mais très performant car améliore le niveau de rendement d'une subséquente culture de maïs de 40 % par rapport à la situation initiale. En ce qui concerne le parcage rotatif des bœufs sur les parcelles de culture, 96 % des producteurs peulh enquêtés ont affirmé qu'il est très efficace et permet d'accroître le rendement de la culture de maïs et du sorgho en association de 50 % par rapport à la situation initiale. Cette technologie de gestion de la fertilité des sols n'est rien d'autre qu'une stratégie de transformation des résidus bruts de récolte en des produits moins lignifiés pour l'augmentation du stock de matière organique du sol.

En ce qui concerne, les rotations et associations culturales les producteurs enquêtés pensent qu'elles sont moins performantes dans la restauration du niveau de fertilité des sols dégradés comparativement aux technologies précédemment mentionnées. En général, l'igname est en tête de rotation surtout quand il s'agit de nouvelles friches. 69 % des producteurs enquêtés pensent qu'elle permet seulement de maintenir le niveau des rendements des cultures. Par contre, les engrais minéraux sont reconnus très performantes et à action très rapide par la majorité des personnes enquêtées. Selon la perception des producteurs, cette technique permet non seulement de doubler le niveau de rendement des cultures si l'engrais est bien appliqué. De plus sous une bonne pluviométrie, elle permet également à la subséquente culture de bénéficier de ces arrières effets. Donc l'on peut espérer un double bénéfice comparativement aux autres techniques de restauration de la fertilité des sols.

Discussion

Diversité des stratégies de restauration de la fertilité des sols et rationalité paysanne

Les paysans du bassin de l'Okpara au Bénin ont recours à plusieurs stratégies pour gérer la fertilité de leur sol. Des études antérieures menées au nord du Bénin font état de ce comportement (Djènon tin *et al.*, 2002, Bio-Lafia, 2007) qui se retrouve aussi dans toute la région soudano-sahélienne (Pieri, 1989 ; Mcintire *et al.*, 1992 ; Jabbar, 1994). Les pratiques communément rencontrées sont : les rotations culturales, le parcage rotatif

direct des animaux, les apports d'engrais minéraux ou de fumure organique, la jachère avec ou sans culture pérenne et les associations de culture. Ces résultats corroborent ceux de Gomgnimbou *et al.* (2010) chez les paysans de la province de Komoé au Burkina Faso.

Les paysans ont affirmé que la jachère naturelle de longue durée permet de restaurer la fertilité des sols. Toutefois, sur la base de leurs expériences, ils pensent que la rotation de culture à base de soja et la jachère avec des cultures annuelles telles que le pois d'angole et le manioc sont plus profitables que les jachères naturelles de courte durée. Ces résultats sont similaires à ceux rapportés par Becker et Johnson (1998). Ces auteurs ont montré que le pois d'angole est une légumineuse très lignifiée qui produit plus de biomasse que la jachère naturelle. Selon Bado (2002), une année de légumineuse est nettement plus profitable qu'une jachère naturelle annuelle sur le plan de la restauration de la fertilité des sols en raison de la fixation symbiotique de l'azote par la légumineuse.

Les perceptions des populations sur la performance de l'association de culture ont montré que l'association maïs/niébé donne un rendement meilleur que les autres types d'association culturale notamment l'association maïs/sorgho et l'association maïs/manioc. Il ressort également de nos résultats que le rendement de l'association maïs/sorgho et celui des céréales en culture pure ne diffèrent pas substantiellement. Ces résultats sont en concordance avec ceux obtenus par Coulibaly *et al.* (2012). En effet, ces auteurs ont montré que les associations culturales maïs/légumineuses sont des pratiques novatrices pour les producteurs qui permettraient de mieux gérer l'espace cultivable (de plus en plus rare) et de contribuer à améliorer la fertilité du sol par la fixation symbiotique de l'azote de l'air par la légumineuse. Ces résultats sont confortés par ceux de Adjahossou *et al.* (2013) qui ont montré que l'association culturale maïs/arachide, permet d'éviter un défrichage supplémentaire de 0,2 à 0,6 ha de végétation naturelle contre 1,5 ha pour l'association maïs/manioc/pois d'angole. De même, d'après les résultats des travaux de Bambara *et al.* (2008), l'amélioration d'un système de cultures associant céréales et légumineuses engendre une augmentation de rendement grains de 34 et 26 % respectivement pour le sorgho et le niébé et un supplément de rendement en paille de 26 % et 45 % pour les fanes. La perception des producteurs sur les rotations culturales ont montré clairement que lorsque l'arachide, le soja et le niébé sont inclus dans les plans de rotation, ils augmentent substantiellement les rendements des cultures. Ces observations confirment ceux de Bado (2002), qui ont montré à partir des expérimentations agronomiques des accroissements de rendements des cultures succédant aux légumineuses.

La pratique de la jachère manioc pour une durée de 18 mois est largement répandue au sein des groupes socio-culturels Tchabè, Bariba et

Lokpa. Cette observation a été déjà mentionnée au Bénin par Saïdou *et al.* (2007) et Adjei-Nsiah *et al.* (2007) au Ghana. En effet, la contribution du manioc dans l'amélioration du rendement des cultures subséquentes a été expliquée d'une part par le recyclage de l'abondante biomasse produite par le manioc tout le long du cycle laquelle se recycle tout en améliorant le stock de matière organique. D'autre part, par l'efficacité des champignons mycorhiziens à arbuscule associés aux racines fines du manioc. Ces champignons mycorhiziens permettent une amplification des racines à travers les hyphes par conséquent contribuent à améliorer l'efficacité dans le prélèvement du phosphore et de l'eau (Saïdou *et al.*, 2007). Tous ces éléments pourraient expliquer la performance des jachères manioc dans l'amélioration du rendement des cultures subséquentes comme mentionnés par les producteurs.

Pour les groupes socio-culturels Peulh utilisateurs des engrais organiques par le parage rotatif des bœufs, ce système est performant et permet d'améliorer le rendement surtout celui du maïs, de l'igname et du sorgho à près de 20 %. Par contre, selon Nacro *et al.* (2010) au Burkina Faso l'usage de l'engrais organique n'a pas permis de relever le pH du sol. Ils ont conclu qu'il faut de fortes doses de matière organique pour restaurer la fertilité d'un sol donc de gros investissements, ce qui n'est pas envisageable pour les petits producteurs en manque de ressource. Ceci pourrait s'expliquer par le taux de minéralisation très considérable (en moyenne 2% par an) (Pieri, 1989). Dans le cas des producteurs peulh du Bassin versant de l'Okpara, cette contrainte est levée car ils disposent par ménage d'un effectif moyen du troupeau de 50 têtes pour une superficie de moins d'un hectare exploitée par an. Selon les résultats des travaux de Pieri (1989), un bovin adulte d'origine tropicale (UBT) pesant environ 250 à 300 kg nourri sur les pâturages naturels du terroir villageois et parqué la nuit, produit environ 1,5 à 2,5 kg de matière sèche de fèces par nuit soit 600 à 900 kg/an. Rapporté à l'effectif du cheptel, une production de déjection de 30 à 45 tonnes/an est attendue sur la parcelle de culture. Ces données pourraient confirmer la perception des producteurs peulh de l'efficacité de cette pratique de parage rotatif des bœufs surtout qu'ils s'investissent dans une agriculture intensive contrairement aux autres groupes socio-culturels qui pratiquent une agriculture extensive consommatrice d'espace.

En ce qui concerne l'utilisation des engrais minéraux, les producteurs ont affirmé que cette technologie permet d'accroître rapidement le rendement des cultures. Mais, quelques années plus tard, sur les mêmes parcelles, l'engrais minéral devient inefficace. Ces résultats sont en concordance avec ceux de Bado (2002). L'auteur est parvenu à la conclusion que l'engrais minéral NPK recommandé ne suffit pas pour atteindre les rendements optimums des cultures sur les sols tropicaux en raison de

l'absence de matière organique et d'oligoéléments stimulateurs de l'absorption des macronutriments. Pour une meilleure valorisation de ces engrais minéraux, une pratique de gestion intégrée des nutriments associant les engrais organiques et minéraux s'impose (Balogoun, 2016). En effet, la fumure exclusivement minérale contribue à une acidification du sol à long terme (Bado, 2002) et à une baisse du stock des oligoéléments avec pour conséquence une baisse dans le temps du niveau des rendements des cultures.

Contraintes à l'adoption des pratiques de restauration de la fertilité des sols

Les résultats de nos recherches ont montré que seuls les groupes socio-culturels autochtones pratiquent encore la jachère de longue durée. Cette pratique a cours dans les zones où les terres sont encore disponibles notamment les villages de Kilibo et de Toui dans la commune de Ouèssè, de Gninsy et Diguidirou dans la commune de Pèrèrè. Ceci s'explique par le fait que ces populations s'adonnent plus aux échanges commerciaux à cause de leur proximité avec la république du Nigeria. Dans les autres zones, on constate un abandon des pratiques de la jachère de longue durée qui était autre fois la technique de prédilection de restauration de la fertilité des sols. Les producteurs l'ont expliqué par la forte démographie à laquelle cette zone fait face de nos jours avec l'affluence des migrants venant du sud et du nord Bénin à la recherche des terres agricole. Ces résultats sont en accord avec ceux de Gomgnimbou *et al.* (2010) et Saïdou *et al.* (2004). C'est dans la même optique que Roose (1980) dans ses travaux, a indiqué qu'indéniablement, la jachère de longue durée améliore les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol. Toutefois, à voir leur restriction rapide dans les régions à forte densité de population et le temps nécessaire à la jachère naturelle pour régénérer la fertilité (bien modeste) du sol, on peut se demander s'il ne faudrait pas en parallèle étudier d'autres orientations qui répondent mieux aux besoins urgents des populations.

On peut conclure aujourd'hui que la technique de jachère de longue durée a montré ces limites comme stratégie de restauration de la fertilité des sols. Les populations sont de plus en plus contrainst à observer des périodes de jachère de très courte durée ou à adopter un système de culture intensif ou des pratiques de jachère améliorée avec introduction des légumineuses à but multiple (Douthwaite *et al.*, 2002). Pour ce genre de technologie, ce qui est recherché, c'est l'amélioration du stock de matière organique du sol qui subit en zone tropicale une minéralisation de l'ordre de 2 % l'an (Pieri, 1989). D'où la nécessité de procéder à une compensation de cette perte annuelle de la matière organique.

Les investigations menées auprès des producteurs ont montré que les migrants ont une bonne appréciation des performances des associations maïs/niébé et arachide/maïs. En ce qui concerne les groupes socio-culturels autochtones (Bariba et Tchabè), ils apprécient plus les performances des associations culturales manioc/maïs, igname/maïs et sorgho/maïs. Deux contraintes majeures ont été relevées pour l'adoption de cette technologie endogène. Il s'agit des contraintes liées aux difficultés de traitement insecticide du niébé avec les pieds du maïs d'une part et d'autre part, à la pénibilité de la récolte du niébé du fait de la chaleur qui prévaut là où le maïs est cultivé. Nos résultats corroborent ceux de Coulibaly *et al.* (2012) dans leurs travaux sur les performances agronomiques des associations de cultures au Burkina Faso. Des résultats de nos investigations sur le terrain, les producteurs ont reconnu que l'utilisation répétée des engrais minéraux sur un sol provoque à la longue une baisse de rendement des cultures et une prolifération des mauvaises herbes. Ces résultats corroborent ceux de Bio-Lafia (2007). On a également noté à travers cette étude que les producteurs pratiquent des rotations culturales non recommandées notamment les rotations céréale-céréale ou coton-coton. Ces pratiques ont pour conséquence la dégradation rapide des sols et une prolifération des ravageurs.

Conclusion

L'étude a permis de décrire les pratiques et les stratégies de restauration de la fertilité des sols dans le bassin de l'Okpara au Bénin. Il ressort des résultats que les rotations culturales et la jachère de manioc sont des pratiques adoptées par les migrants notamment les Lokpa et les Ditamari venus du nord-ouest du Bénin. Quant aux autochtones (Tchabè et Bariba), ils utilisent la jachère avec l'anacardier et la jachère de longue durée comme stratégie de restauration de la fertilité des sols. Les Fon et apparentés par contre adoptent plus les engrais minéraux pour l'amélioration de la fertilité des sols. L'usage des engrais organiques à travers le parcage rotatif des bœufs sur les parcelles de culture est une pratique de restauration des sols exclusive au Peulh. Toutefois, certains groupes notamment les Bariba et les Tchabè ont commencé par signer des contrats avec les éleveurs peulh transhumant.

L'utilisation des engrais minéraux a été révélée être le plus efficace des stratégies améliorées introduites par les services de vulgarisation pour l'amélioration de la fertilité des sols. Par contre, les rotations et associations culturales avec les légumineuses vivrières ont été classées par les producteurs parmi les stratégies les moins performantes.

L'étude suggère la prise en compte des connaissances endogènes des producteurs dans le développement des paquets technologiques en matière de gestion durable de la fertilité des sols. De plus, il est ressorti des analyses la

promotion des pratiques de gestion intégrée de la fertilité des sols incluant les engrais minéraux et organique pour la durabilité des systèmes de production.

References:

1. Adjahossou, V. N., Adjahossou, B. S., Dovonou, F., Adjahossou, D. F. et Boko, M. 2013. Evaluation de l'intensité territoriale de deux systèmes de cultures associées modérément fertilisées au Sud-Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 7 (6) : 2233-2247.
2. Adjei-Nsiah, S., Kuyper, T.W., Leeuwis, C., Abekoe, M.K. et Giller, K.E. 2007. Evaluating sustainable and profitable cropping sequences with cassava and four legumes crops : effects on soil fertility and maize yields in the forest/savannah transitional agro-ecological zone of Ghana. *Field Crops Research* 103 : 87-97.
3. Akpo M.A., Saïdou A., Yabi I., Balogoun I. et Bio Bigou B.L. 2016. Indicateurs paysans d'appréciation de la qualité des sols dans le bassin de l'Okpara au Bénin. *Etude et Gestion des Sols*. 23 : 53-65.
4. Bado, B.V. 2002. Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéenne et soudanienne du Burkina Faso. Thèse PhD, Faculté des Sciences de l'Agriculture et de l'Alimentation, Université de Laval, Québec/Canada, 184 p.
5. Balogoun, I. 2016. Caractérisation des facteurs édaphiques et climatiques pour l'amélioration de la productivité de l'anacardier au Bénin. Thèse de doctorat en sciences agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin. 157 pp
6. Becker, M. and Johnson, E.D. 1998. Legumes as dry season fallow in upland rice-based systems of West Africa. *Biology and Fertility of Soils* 27 : 358–367.
7. Bio-Lafia, S. 2007. Appréciation de la qualité des sols à travers la diversité des pratiques culturelles : cas du village de Gounin, Commune de N'Dali. Mémoire pour l'obtention du Diplôme d'Ingénieur des Travaux (DIT), Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi, Bénin. 45pp
8. Bloukounon, G.Y.A., Saïdou, A., Babatoundé, S., Balogoun, I., Arakogne, S., Kassavi, E. et Adegbidi, A. 2015. Effets des fumures NPK et déjections de petits ruminants sur la productivité et la valeur fourragère du maïs et de l'arachide au Sud Bénin. *Annales des Sciences Agronomiques* 19 (2) volume spécial : 213-238.
9. Coulibaly, K., Vall, E., Autfray, P. et Sedogo, P.M. 2012. Performance technico-économique des associations maïs/niébé et

- maïs/mucuna en situation réelle de culture au Burkina Faso : potentiels et contraintes. *Tropicultura* 30 (3) : 147-154.
10. Djenontin, J. A., Wennink, B., Dagbenongbakin, G. et Ouinkoun G. 2002. Pratiques de gestion de fertilité dans les exploitations agricoles du Nord-Bénin. Actes du colloque, 27-31 mai 2002, Garoua, Cameroun
 11. Dossou-Yovo, E. 2009. Modélisation du fonctionnement hydrologique dans le bassin versant de l'Okpara à l'exutoire de Kaboua dans un contexte de changement global : contribution à la gestion intégrée des ressources en eau. Thèse d'Ingénieur Agronome, Faculté des Sciences Agronomiques, Abomey-Calavi, Bénin. 106pp
 12. Douthwaite, B., Manyong, V.M., Keatinge, J.D.H. et Chianu, J. 2002. The adoption of alley farming and Mucuna : lesson for research, development and extension. *Agroforestry Systems* 56 : 193-202.
 13. El Hadraoui, Y. 2013. Etude diachronique de l'occupation du sol et de modélisation des processus érosifs du bassin versant du Bouregreg (Maroc) à partir des données de l'Observation de la Terre. Mémoire d'Ingénieur Géomètre-Topographe. CNAM. Maroc. 88pp
 14. Gomgnimbou, A. P. K., Savadogo, P. W., Nianogo, A. J. et Millogorasolodimby J. 2010. Pratiques agricoles et perceptions paysannes des impacts environnementaux de la cotonculture dans la province de la Koupela (Burkina Faso). *Science Naturelle* 7 (2) : 165 – 175.
 15. INSAE, 2015. Quatrième Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH4). Direction des Etudes Démographiques, Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique (INSAE), Cotonou, Bénin, 490pp
 16. Jabbar, M.A. 1994. Evolving crop-livestock farming systems in the humid zone of West Africa. *Journal for farming systems research-extension*, 4 (3) 1451-1466.
 17. Kissou, R., Traoré E., Gnankambary, Z., Nacro, H.B. et Sédogo M.P. 2012. Connaissance endogène de la classification et de la fertilité des sols en zone Sud-Soudanienne du Burkina Faso. *Vetigo - la revue électronique en science de l'environnement*, Volume 14, N°1 <http://vertigo.revues.org/14616>. Consulté le 13 juin 2015.
 18. McIntire, Bourzat D. et Pingali P. 1992. Crop livestock interactions in sub-saharan Africa. Washington DC, World Bank.
 19. Mélé G. A. 2009. Contribution au maintien de la fertilité des sols dans les périmètres rizicoles : cas du village de Lèma. Mémoire pour l'obtention du Diplôme de Licence Professionnelle, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin. 75pp
 20. Nacro S., Ouedraogo S., Traore K., Sankara E., Kabore C. et Ouattara B. 2010. Effets comparés des pratiques paysannes et des bonnes

- pratiques agricoles de gestion de la fertilité des sols sur les propriétés des sols et les rendements des cultures dans la zone sud soudanienne du Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 4 (4) : 1044-1055.
21. Ogouwalé R. 2013. Changements climatiques, dynamique des états de surface et perspectives sur les ressources en eau dans le bassin versant de l'Okpara à l'exutoire de Kaboua. Thèse de Doctorat Unique, Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines, Université d'Abomey-Calavi, Bénin. 203pp
 22. Pieri, C. 1989. Fertilité des terres de savane. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricole au sud du Sahara. Ministère de la coopération, CIRAD/IRAT, Paris, France. 444pp
 23. Roose, E. J. 1980. Dynamique actuelle des sols ferrallitiques et ferrugineux tropicaux d'Afrique occidentale. Thèse de doctorat, université d'Orléans, France. 204pp
 24. Saïdou, A., Kossou, D., Azontondé, A. et Hougni, D.-G.J.M. 2009. Effet de la nature de la jachère sur la colonisation de la culture subséquente par les champignons endomycorhiziens : cas du système 'jachère' manioc sur sols ferrugineux tropicaux du Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 3(3) : 587-597.
 25. Saïdou, A., Kossou, D., Brussaard L., Richards, P. et Kuyper, T.W. 2008. Earthworm activities in cassava and egusi melon fields in the transitional zone of Benin : linking farmers' perceptions with field studies. *NJAS – Wageningen Journal of Life Sciences* 56 (1/2) : 123-135.
 26. Saïdou, A., Kuyper, T.W., Kossou, D.K., Tossou R. and Richards P. 2004. Sustainable soil fertility management in Benin : learning from farmers. *NJAS- Wageningen Journal of Life Sciences* 52 : 349-369.