

ANALYSE FINANCIERE DE LA PRODUCTION DU MAÏS SOUS DIFFERENTES PRATIQUES DE GESTION DE LA FERTILITE DES SOLS AU NORD BENIN

S. T. C. ADJIBA¹, PIERRE G. TOVIHOUDI², N. OLLABODE¹, G. B. AIHOUNTON¹, P. B. IRENIKATCHE², J. A. YABI¹

¹Unité de Recherche en Economie et Développement (URED), Laboratoire d'Analyse et de Recherches sur les Dynamiques Economiques et Sociales (LARDES), Département d'Economie et de Sociologie Rurales, Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, BP 123 ; Parakou, Rép. du Bénin Email : ured.lardes@gmail.com, Site web: www.fa-up.bi/lardes-benin

²Laboratory of hydraulics and Environmental Modeling (HydroModELab), Faculté d'Agronomie/Université de Parakou, 03 BP : 351 Université, Parakou, Bénin

*Auteur correspondant : Email : addadjiba@gmail.com

RESUME

Pour remédier à la baisse de la fertilité des sols, les pratiques de gestion de la fertilité les plus performantes doivent être identifiées. L'objectif de cette étude est d'analyser les performances économiques de la production du maïs sous différents pratiques de gestion de la fertilité des sols au Nord du Bénin. Cette étude a été conduite dans les communes de Malanville, Banikoara et Bembèrèkè. 262 producteurs de maïs ont été enquêtés à l'aide d'un échantillonnage aléatoire simple et boule de neige. La marge nette, la productivité du capital et la productivité de la main d'œuvre ont été les indicateurs de performance économique utilisés. Les résultats des analyses ont indiqué que la production du maïs est économiquement rentable avec une marge nette de 94865,48 FCFA/ha, un rendement moyen de 1548,51 kg/ha. Il ressort aussi que les producteurs utilisant l'engrais organique sont les plus rentables notamment avec une marge nette de 164454 FCFA/ha, une productivité du capital de 13 FCFA et la productivité de la main d'œuvre de l'ordre de 8733 FCFA/Hj. Des mesures de politiques agricoles doivent être entreprises pour valoriser l'utilisation de l'engrais organique qui a pour avantage de régénérer la fertilité des sols et par ricochet accroître la production du maïs.

Mots clés : Rentabilité économique, Maïs, fertilité des sols, Nord-Bénin, Fumure organique

ABSTRACT

ECONOMIC PERFORMANCE OF MAIZE PRODUCTION UNDER DIFFERENT SOIL FERTILITY MANAGEMENT PRACTICES IN NORTH BENIN

Beninese agriculture is faced with the problem of declining soil fertility. To remedy this, the best performing fertility management practices need to be identified. The objective of this study is to analyze the economic performance of maize production under different soil fertility management practices in northern Benin. This study was conducted in the communes of Malanville, Banikoara and Bembèrèkè. After an exploratory phase which made it possible to adjust the survey questionnaire, 262 maize producers were surveyed using simple random sampling. Data relating to socioeconomic characteristics, prices and quantities of outputs and inputs used in maize production were collected from producers. Net margin, capital productivity and labor productivity were the economic performance indicators used. The results of the analyzes indicated that maize production is economically profitable with a net margin of 94,865.48 FCFA / ha, an average yield of 1,548.51 kg / ha. It also emerges that the producers using organic fertilizer are the most profitable, in particular with a net margin of 164,454 FCFA / ha, a capital productivity of 13 FCFA and labor productivity of around 8,733. FCFA / Hd. Agricultural policy measures must be taken to promote the use of organic fertilizer, which has the advantage of regenerating soil fertility and, in turn, increasing maize production.

Keywords: Economic profitability, Maize, Soil fertility, North Benin, Manure

INTRODUCTION

Dans les pays en développement, l'agriculture constitue la principale source de revenu des populations en l'occurrence celles rurales qui représentent près de 15 % de la population en Afrique subsaharienne (FAO, 2016). Au Bénin, ce secteur joue un rôle prépondérant dans la croissance économique et sociale à travers la création de richesse et d'emplois (MAEP, 2017). En effet, ce secteur occupe environ 70 % de la population active, 36 % du Produit Intérieur Brut (PIB) et 88 % des recettes d'exportation et 15 % des recettes de l'Etat (MAEP, 2017). Ainsi, diverses actions dont l'élaboration et la mise en œuvre du plan stratégique du développement du secteur agricole (PSDSA) ont été initiés avec pour finalité, le développement des filières agricoles prioritaires parmi lesquelles figure la filière maïs.

Le maïs (*Zea mays*) est la céréale la plus cultivée avec une production moyenne nationale de 1.143.373 tonnes sur une superficie annuelle de 931.966 ha (DSA, 2017). Cultivé presque dans toutes les exploitations agricoles, il est la seule céréale dont le pays dégage des excédents vers les pays voisins (Adeguelou *et al.*, 2018). Baco *et al.*, (2011) prévoyait que le maïs deviendra dans les prochaines décennies une culture commerciale et assurera la sécurité alimentaire mieux que toutes autres cultures. Cependant, sa production annuelle évolue en dents de scie au Bénin (Ollabodé, 2015). Cette évolution est les résultats de nombreuses contraintes qui freinent l'essor de la productivité du maïs. Les contraintes majeures liées à la fluctuation du rendement de maïs au Bénin précisément au Nord-Bénin sont les aléas climatiques, le manque d'un système d'information et d'appui technique, la faible capacité de financement, l'accès limité aux intrants agricoles, les difficultés de transport, l'attaque des maladies et des ravageurs et surtout l'appauvrissement des sols et leur dégradation (Adifon *et al.*, 2015). Selon Baco *et al.*, (2011), la faible productivité du maïs observé entre en 1997 et 2004 (1100 à 1250 kg/ha) s'expliquait par la baisse de la fertilité des sols.

Par ailleurs, une analyse de l'évolution de la fertilité des sols a montré, des états de pauvreté et de dégradation progressive inquiétante (FAO, 2012). Ainsi la plupart des systèmes de cultures utilisés aboutissent à la dégradation des sols. Ceci se traduit par une baisse des réserves en

matière organique par érosion et sur-minéralisation. Une dégradation de la structure physique du sol accompagne généralement cette perte de matière organique, accroissant ainsi le danger d'érosion des sols (Mamoudou *et al.*, 2015). La jachère ne dépasse généralement 3 ans de pratique à cause de la pression foncière de plus en plus forte dans les zones de production du Bénin (Adégbola et Adékambi, 2006). L'un des problèmes du système foncier béninois est aussi la non disponibilité des terres et les difficultés d'accès à la terre aussi bien pour les promoteurs de grandes exploitations agricoles que pour les petites et moyennes exploitations dans certaines localités (PSDSA, 2017). Cela a pour conséquence une surexploitation de nos terres qui baisse la fertilité des sols au Bénin. La terre étant un des facteurs de production, il est nécessaire de connaître les pratiques qui permettent de la maintenir dans un état optimal. Face à la dégradation et la baisse de fertilité des sols, les pratiques de gestion de la fertilité ont connu des mutations car la meilleure résilience de l'agriculture passe par la mise en place d'une approche de sédentarisation de l'agriculture (Akpina *et al.*, 2017). C'est dans ce contexte que plusieurs pratiques de gestion de la fertilité des sols sont développées et vulgarisées dans les exploitations agricoles par des programmes/projets (Le Projet de Réhabilitation et de Restauration des Sols (ProSOL), Projet de Résilience au Changement Climatique par la Gestion Durable des Terres (PRCC-GDT). Adégbola et Adékambi, (2006) sur la base de travaux empiriques d'autres auteurs ont identifié 4 technologies récentes de gestion de la fertilité des sols les plus récemment introduite au Bénin sous production maïs : il s'agit du *glyricidia sepium*, la jachère à *acacia auriculiformis*, la régénération avec l'*Aeschynomène histrix*, la régénération avec le *mucuna pruriens*. Ces technologies permettent de maximiser la production. Il existe des techniques de gestion de la fertilité des sols dont les fertilisations organique, minérale et organo-minérale sont les plus récurrentes. Des études économiques et financières ont été menées sur la gestion de la fertilité des sols (Adjiba *et al.*, 2019 ; Yabi *et al.*, 2016). Ces études ont comparés la rentabilité des systèmes de fertilisation. Ces études ont analysés les performances économiques des pratiques de gestion de la fertilité des sols et non des systèmes de fertilisation des sols. Les résultats de l'étude de Adjiba *et al.*, 2019 ont comparé la

rentabilité économique et financière des systèmes organiques et conventionnels guidés par l'apport d'engrais minéral mais mention n'a été faite des producteurs qui combinent l'engrais minéral et organique. Par contre l'étude conduite par Yabi *et al.*, 2016 a comparé les rentabilités économiques des pratiques culturales sans fait mention au système de gestion de la fertilité des sols. Nous remarquons alors très peu d'études au Bénin sont donc orientés vers l'analyse comparative des performances financières de ces systèmes de gestion de la fertilité des sols à savoir la fertilisation minérale, la fertilisation organique et ces deux systèmes combinés à savoir la fertilisation organo-minérale, d'où la présente étude se propose de contribuer cette insuffisance dans la littérature sur la gestion de la fertilité.

Dans le cadre du présent travail, nous essayons d'analyser les performances financières de la production du maïs sous différents systèmes de gestion de la fertilité des sols au Nord du Bénin. Il s'agit de déterminer le système le plus performant afin d'inciter à la prise de mesures de politiques agricoles qui régèneront la fertilité des sols. L'ultime but d'un tel exercice est d'accroître la production en maintenant la fertilité des sols dans un état optimal au regard de l'importance que revêt cette spéculation dans les habitudes alimentaires au Bénin.

CONCEPTION THEORIQUE

THEORIE ECONOMIQUE DU COMPORTEMENT SOUS PRATIQUES DE GESTION DE LA FERTILITE DES SOLS DE PRODUCTEURS DU MAIS

Toute activité de production met en jeu des inputs constituant les ressources productives à transformer ou utiliser et des outputs qui sont les résultats de production. La relation entre les inputs et les outputs permettra de mesurer la performance des ressources allouées à la production. Ainsi, pour tenir compte du critère de maximisation du produit obtenu, on a souvent recourt à la notion de la performance économique.

L'objectif premier recherché par un exploitant agricole aux regards des principes de la théorie de l'économie néoclassique est la performance de son unité de production gage d'une

rationalité. Obtenir le plus grand revenu net possible est fréquemment identifié comme premier objectif de la plupart des producteurs (Gnanglè *et al.*, 2012). Pour atteindre ses objectifs, Yabi *et al.*, (2016) ont rapporté que le producteur doit choisir de nouvelles combinaisons des facteurs de production agricoles où les revenus marginaux sont égaux aux coûts marginaux pour toutes les alternatives entreprises. Ceci est possible grâce au comportement d'optimisation qui stipule qu'un producteur cherche à maximiser la production ou à minimiser les coûts de son exploitation pour une fonction objective sous contrainte de la combinaison de deux facteurs de production. Il s'agit généralement du capital (K pour capital) et de la main d'œuvre (L pour Labor). Dans cette optique un producteur cherche généralement à maximiser son profit tout en recherchant les options qui lui permettent de réduire les couts afférents à sa production (couts variables et couts fixes) et d'autres contraintes dont l'état de son sol. Il apparait qu'il faille accorder une place importante à la terre car son état détermine la quantité d'output obtenu à la fin d'une campagne agricole.

Les conditions écologiques et la disponibilité en ressources ne sont pas les seuls éléments pris en compte lorsque les exploitations choisissent et mettent en œuvre leur système de production agricole. Les considérations relatives à l'environnement économique et social pèsent aussi d'un grand poids dans leur décision. Les exploitations agricoles ne produisent jamais de façon isolée, mais entretiennent en permanence des relations avec d'autres agents économiques : agriculteurs voisins, propriétaires fonciers, commerçants, usuriers, artisans, transporteurs, industries agro-alimentaires, banque, administration, fonctionnaire de l'Etat etc. De toute évidence ces rapports sociaux influencent le choix des systèmes de cultures pratiqués par les agriculteurs et les résultats économiques obtenus dans les exploitations (Gnanglè *et al.*, 2012 ; Yabi *et al.*, 2016). Considérant ces différents rapports théoriques, trois facteurs principaux pourraient déterminer le niveau de la rentabilité économique d'un système agricole donné : les caractéristiques socio-économiques des producteurs, les capitaux du ménage, les stratégies d'adaptation au changement climatique et les pratiques de gestion de la fertilité des sols. De ce fait, nous abordons l'étude avec l'hypothèse que la rentabilité économique de la production du maïs au Nord Bénin soit fonction

des pratiques de gestion de la fertilité des sols.

Ainsi, pour atteindre son objectif de maximisation de profit, tout en maintenant le sol à un état optimum, il faut développer des pratiques adéquates. L'option de maintien de la fertilité d'un sol reconnu comme un ensemble de pratiques agricoles est dépendant du milieu mais aussi des choix de l'agriculteur. Notons qu'il existe d'autres considérations qui entrent en compte dans la décision du producteur et qui sont supposées constantes dans cette étude.

MATERIEL ET METHODE

ZONE D'ETUDE

L'étude a été conduite au Nord-bénin, entre 9°58' et 12° de latitude du Nord et 2°54' et 03° de longitude. Cette zone a été sélectionnée en tenant compte de ses statistiques nationales en matière de production. Trois (3) zones agro-écologiques ont été retenues. La zone d'étude comprend les communes de Banikoara, Bembèrèkè et de Malanville (Figure 1) dans les départements du Borgou et de l'Alibori classés respectivement dans la 1^{ère}, 2^e et 3^e zone agro-écologique du Bénin. Les unités d'observation sont les exploitations agricoles représentées par le chef ménage. Les données ont été collectées en Aout 2015 à l'aide d'un questionnaire structuré administré à chaque individu de

l'échantillon. Neuf (9) villages ont été sélectionnés dont deux (2) respectivement à Malanville et Banikoara, et cinq (5) dans la commune de Bembèrèkè compte tenu du nombre utilisant les fumures organiques et organo-minérale dans cette commune. Par village sélectionné, un échantillon variant de 20 à 32 producteurs de maïs a été constitué (Tableau 1). Cela nous a amené à un total 262 producteurs soit 35 producteurs utilisant la fumure organique, 61 utilisant la fumure organo-minérale et 166 utilisant la fumure minérale. Deux méthodes d'échantillonnage ont été utilisées pour cette étude. Un échantillonnage aléatoire simple pour les producteurs de fumure minérale et un échantillonnage boule de neige pour les deux autres types de fumures compte tenu du faible effectif des producteurs utilisant la fumure organique dans la zone et dont un repertoire existant n'était disponible dans les Cellules Communales (CeC) des communes concernées. Initialement les choix des villages ont été faits conjointement avec les agents des Cellules Communales (CeC) des différentes communes. Les données primaires ont été recueillies en utilisant des interviews individuelles structurées sur les caractéristiques sociodémographiques, les prix et quantités des outputs et inputs entrant dans la production du maïs et les pratiques de gestion de la fertilité notamment la fertilisation organique, la fertilisation minérale et l'utilisation combinée. Les données ont été analysées grâce au logiciel Statistique SPSS 20.

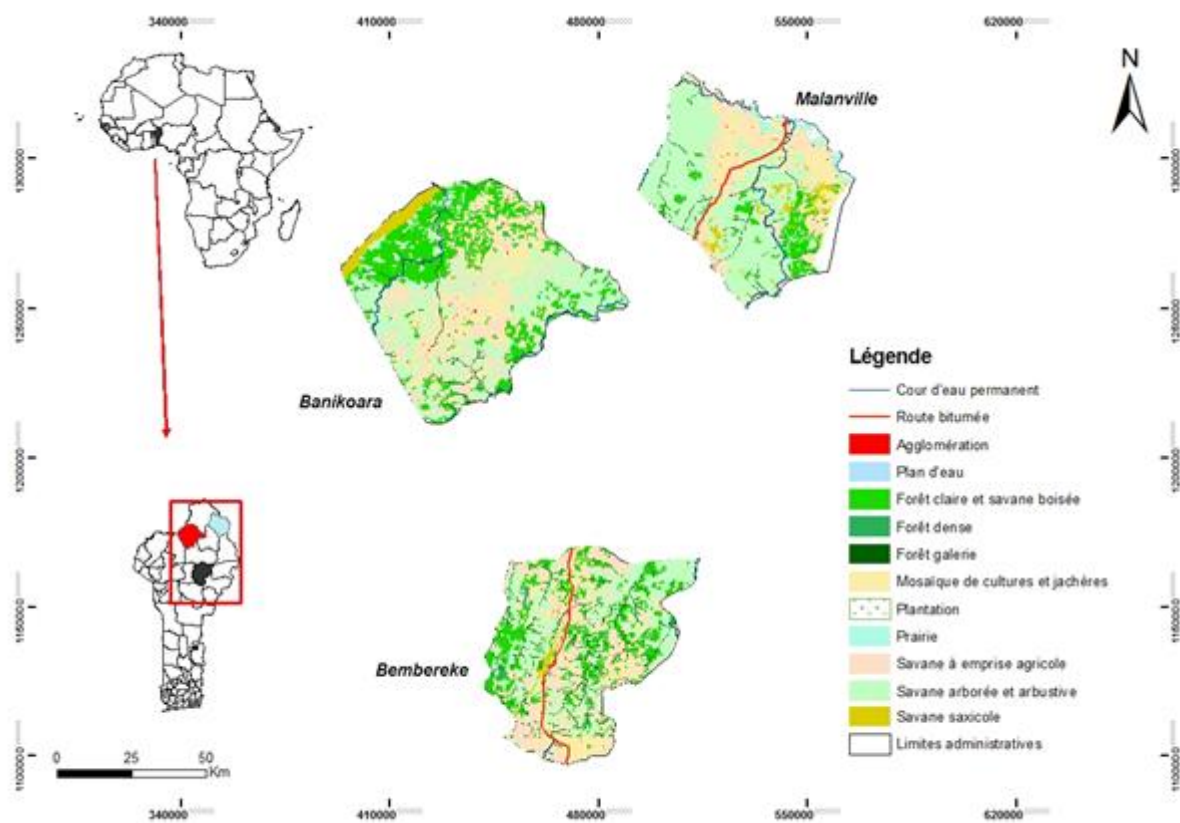


Figure 1 : Zone d'étude.

Tableau 1 : Structure de l'échantillon d'étude.

Département	Commune	Village	Taille de l'échantillon
Alibori	Malanville	Koara-Tédji	32
		Isséné	32
Alibori	Banikoara	Ounet	32
		Bonhanrou	32
Borgou	Bembèrèkè	Pédarou	32
		Guéré	32
		Guessou-sud	26
		Goua	20
		Ina	24
Zone d'étude			262

Source : Propre conception.

MESURE DE LA RENTABILITE ECONOMIQUE SOUS PRODUCTION DE MAIS

Selon les travaux de Assouma *et al.*, (2019) et Adjiba *et al.*, 2019 ; la rentabilité économique de la production d'une filière agricole au Bénin a été analysée par certains indicateurs. Il s'agit :

Marge Nette (MN)

La marge nette de production est obtenue selon Biaou *et al.*, (2016) en déduisant du produit brut en valeur (PBV) les coûts totaux (CT) ou en déduisant de la marge brute (MB) les coûts fixes (CF). Elle est exprimée en F CFA/ha par la formule suivante :

$$MN = PBV - CT = PBV - CV - CF = MB - CF$$

Encore appelée bénéfice net ou profit, si la marge nette est positive, alors on conclut que le produit brut arrive à couvrir tous les coûts totaux (variables + fixes) et que la production est économiquement rentable. Par contre, si la marge nette est négative, alors le produit brut n'arrive pas à couvrir tous les coûts totaux. Dans ce cas, la production n'est pas économiquement rentable. Cette situation survient généralement lorsque les coûts totaux sont trop élevés et que le produit brut est si faible qu'il

$$ET = (\text{nombre d'hommes}) + 0,75 * (\text{nombre de femmes}) + 0,50 * (\text{nombre d'enfants de 6 à 14 ans})$$

Pour la conversion en homme-jour (HJ), *ET* est multiplié par la durée totale (Td) de l'opération (en heures) divisée par 8. Nous avons considéré comme une unité de travail, équivalente à un homme-jour, le travail qu'a accompli pendant une journée (de 08 heures) un manœuvre normal, payé à la tâche. La formule peut s'écrire :

$$ETHj = ET (Td / 8)$$

Partant de cette formule, la productivité moyenne nette du travail est exprimée en FCFA/HJ. En analyse de rentabilité économique, l'interprétation du PML se fait en la comparant au prix *p* d'un HJ de la main-d'œuvre salariée payé dans la zone de l'étude (Assouma *et al.*, 2019 ; Paraïso *et al.*, 2012 ; Yabi, 2010). Ainsi, nous avons les deux (02) cas suivants : (i) si $PML > p$, alors l'activité est économiquement rentable du point de vue du salaire obtenu et, (ii) si par contre $PML < p$, alors l'activité n'est pas économiquement rentable du point de vue du salaire obtenu. En effet, il est préférable au producteur d'aller vendre sa force de travail sur le marché du travail que de mener l'activité considérée.

n'arrive pas à les couvrir. Néanmoins, il est possible que des coûts fixes très élevés rendent la marge nette négative.

Productivité moyenne nette du travail (PML)

La PML est définie comme la marge nette par unité de main-d'œuvre familiale utilisée pour la production (Assouma *et al.*, 2019 ; Biaou *et al.*, 2016). Mathématiquement, elle est exprimée par la formule :

$$PML = \frac{MN}{MO}$$

Avec MN la marge nette de l'activité de production (en FCFA/ha) et MO la quantité totale de main-d'œuvre familiale utilisée (HJ/ha).

L'estimation de la main d'œuvre familiale est faite en tenant compte de l'effort fourni par tous les membres actifs du ménage à savoir les hommes, les femmes et les enfants. Le travail est donc quantifié en s'inspirant de la méthode utilisée par Assouma *et al.*, (2019) en s'inspirant du coefficient de Norman. De ce fait, l'Effectif Total (*ET*) des travailleurs en équivalent-Homme.jour¹ est donné par la formule suivante :

Ratio Bénéfice/Coût ou B/C

Selon Biaou *et al.*, (2016) le ratio bénéfice/cout exprime le gain financier total obtenu par l'investissement d'une unité monétaire (1 franc CFA par exemple). Si PBV est le produit brut en valeur, CT les coûts totaux qui ne prennent pas en compte la valeur de la main-d'œuvre familiale utilisée et MOV la valeur totale de cette main-d'œuvre (obtenu en multipliant la quantité physique de main-d'œuvre familiale totale par le prix moyen *p* de la main-d'œuvre salariée dans la zone de l'étude), on a :

$$B/C = PBV / (CT + MOV)$$

En analyse de rentabilité économique, l'interprétation du B/C se fait en le comparant à la valeur 1. Lorsque $B/C > 1$, nous pouvons conclure qu'un franc investi génère plus d'un franc CFA comme bénéfice, et l'activité est dite économiquement rentable. Si par contre $B/C < 1$, alors 1 franc investi génère moins d'un franc CFA comme bénéfice, et l'activité est jugée économiquement non rentable, car le producteur gagne moins qu'il n'investit.

¹ Archives of the Centre Nationale de Télédétection et de Surveillance du Couvert Forestier (CENATEL).

RESULTATS

STATISTIQUES DESCRIPTIVES DES VARIABLES SOCIODEMOGRAPHIQUES

Les statistiques descriptives des variables explicatives (Tableau 2) de notre étude nous indique que 96 % des enquêtés sont des hommes. En moyenne un producteur passe 3 (± 4) ans sur le banc. Le niveau d'alphabétisation reste faible 39 %. Dans la zone, l'agriculture reste (90 %) de l'activité principale de personnes enquêtées. Près qu'un producteur sur deux (49

%) ont eu recours au crédit agricole au cours des 12 mois d'activités agricoles précédentes la période d'enquête. Majoritairement nos répondants appartiennent au moins à une organisation paysanne dans leur village (74 %) et 62 % sont en contact avec une structure de vulgarisation. 62 % des répondants bénéficie des services d'agent de vulgarisation. L'âge moyen est de 44 (± 12) ans. En moyenne, de 9 (± 6) personnes travaillent dans les champs de maïs. Les producteurs sont expérimentés dans la conduite d'activité agricole, 20 (± 10) années en moyenne.

Tableau 2 : Statistiques descriptives.

VARIABLES QUALITATIVES		
Variabes	Modalités	Fréquences
Sexe	Masculin	96,18 %
	Féminin	3,82 %
Taux d'alphabétisation	Oui	39 %
	Non	61 %
Accès au crédit	Oui	49 %
	Non	51 %
Appartenance à une organisation	Oui	74 %
	Non	26 %
Agriculture comme activité principale	Oui	90 %
	Non	10 %
Contact avec les structures de vulgarisation	Oui	62 %
	Non	38 %
Droit de propriété	Oui	82 %
	Non	18 %
Participation à un essai de démonstration sur la fertilité	Oui	24 %
	Non	76 %
VARIABLES QUANTITATIVES		
Variabes	Moyennes	Ecart-type
Age	44	12
Actif agricole	9	6
Expérience agricole	19,67	9,617
Niveau d'instruction	3	4
Taille moyenne des ménages	15,07	11,54
Taux de dépendance	1,95	1,25
Superficie moyenne emblavée	14,66	11,28

Le tableau 3 renseigne sur la répartition des enquêtés par type de fumure. 63,36 % de nos enquêtés applique la fumure minérale. Viennent

ensuite la fumure organo-minérale avec 23,28 % et la fumure organique avec 13,36 %.

Tableau 3 : répartition de nos enquêtés par type de fumure.

Type de fumure	Effectif	N %
Fumure minérale	166	63,36 %
Fumure organique	35	13,36 %
Fumure organo-minérale	61	23,28 %

Performance économique de la production du maïs sous différentes pratiques de gestion de la fertilité

Il ressort des résultats de cette étude que le rendement moyen est de $1548,51 \pm 581,86$ kg/ha. Cette différence est statistiquement significative au seuil de 5 %. Cependant la fumure organo-minérale a le rendement le plus élevé 1595 ± 638 kg/ha. Viennent respectivement la fumure minérale 1537 ± 566 kg/ha et la fumure organique avec le plus faible rendement

1267 ± 377 kg/ha. La fumure organique a le plus faible rendement car les producteurs ne l'utilisent pas de façon optimale. Le nombre d'homme.jr⁻¹ est de 62,89 pour l'ensemble de la zone d'étude. Il est de 75 ± 152 h.jr⁻¹ pour la fumure organo-minérale, de 20 ± 3 h.jr⁻¹ pour la fumure organique et de 60 ± 102 h.jr⁻¹. Ici aussi, la fumure organique utilise peu de main d'œuvre car elle n'est pas utilisée de façon optimale. En effet, l'engrais organique est appliqué sur des zones localisées et pas sur tout l'étendu de la superficie sous maïs.

Tableau 4 : Indicateurs de rentabilité des pratiques agricoles.

Indicateurs	Type d'engrais			Ensemble	Anova
	Fumure minérale	Fumure organique	Fumure organo-minérale		
Cout variable	89978 (65361)	12467 (2640)	70795 (32463)	84920,20 (59913,08)	3,954**
Cout fixe	17350 (29398)	580 (112)	15441 (49954)	16777,50 (35099,09)	0,282
Cout total	107328 (74465)	13046 (2527)	86236 (66277)	101697,69 (73189,67)	3,482**
Marge brute	110445 (113138)	165034 (71607)	114224 (78532)	111741,48 (105699,76)	0,284
Rendement par ha	1537 (566)	1267 (377)	1595 (638)	1548,51 (581,86)	0,471*
Main d'œuvre par ha	60 (102)	20 (3)	75 (152)	62,89 (114,96)	0,566

Les chiffres entre parenthèse sont les écart-types.

La marge nette

Le tableau 5 nous renseigne sur les valeurs de la marge nette sous différentes pratique de gestion de la fertilité. Les valeurs sont toutes positives et montrent que la production du maïs est rentable peu importe la pratique. Ces valeurs sont variables mais les variations observées ne

sont pas statistiquement différentes. La production du maïs sous fertilisation organique est la plus rentable avec 164.454 (\pm 71 719) FCFA/ha. S'en suivent la production du maïs sous fertilisation organo-minérale et sous fumure minérale avec respectivement 98783 (\pm 96346) FCFA/ha et 93095 (\pm 116 316) FCFA/ha.

Tableau 5 : Marge nette.

Indicateurs	Type d'engrais			Ensemble	F-test
	Engrais minéral	Engrais organique	Engrais organo-minérale		
Marge nette	93095 (116316)	164454 (71719)	98783 (96346)	94963,96 (111626,31)	0,449

Les chiffres entre parenthèse sont les écart-types.

La productivité moyenne du capital

Encore appelé, ratio bénéfice-coût, ce ratio nous permet d'évaluer le niveau de rentabilité financière de toute unité économique. Le Tableau 6 nous renseigne sur la productivité du capital et indique que ces ratios sont tous supérieurs à l'unité. Ce ratio est de l'ordre de 1,84 ($\pm 2,82$) FCFA/ha pour la zone d'étude. Ceci traduit que

lorsque le producteur investit 1F dans 1 ha cela lui rapporte 1,84 FCFA. La comparaison par type de fumure, montre que la fumure organique est la plus rentable en termes de productivité du capital. Pour 1F investit, cela rapporte 13 FCFA. La productivité de la fumure minérale et organo-minérale s'égalent à 2 FCFA/ha. Cependant cette différence n'est pas statistiquement significative.

Tableau 6 : Productivité moyenne du capital par type de fumure.

Indicateurs	Type de fumure				F-test
	Fumure minérale	Fumure organique	Fumure organo-minérale	Ensemble	
Productivité du capital	2 (3)	13 (4)	2 (2)	1,84 (2,872)	15,414*

La productivité moyenne de main-d'œuvre

Le prix de la main d'œuvre journalière dans la zone est de 1500 FCFA. Le Tableau 7 nous renseigne sur la productivité moyenne de la main d'œuvre dans notre zone d'étude. La valeur obtenue pour l'étude est de 3465,81 FCFA/Hj. On constate que cette grandeur est supérieure à celui de la main d'œuvre journalière. Partant de ce fait, la production du maïs révèle une bonne

rémunération dans notre zone d'étude. Le producteur aurait intérêt à monnayer ses honoraires dans son champ de maïs que d'aller vendre sa main d'œuvre ailleurs. Cependant la fumure organique est celle qui dégage une productivité de la main-d'œuvre la plus élevée avec 8733 ± 5038 FCFA*HJ⁻¹. Ensuite viennent la fumure organo-minérale avec 4424 ± 4438 FCFA*HJ⁻¹ et la fumure minérale avec 3115 ± 6465 FCFA*HJ⁻¹. Ces différences observées ne sont pas statistiquement significatives

Tableau 7 : Productivité moyenne de la main-d'œuvre par type de fumure.

Indicateurs	Type de fumure				F-test
	Fumure minérale	Fumure organique	Fumure organo-minérales	Ensemble	
Productivité de la main d'œuvre	3115 (6465)	8733 (5038)	4424 (4438)	3465,81 (6068,64)	1,881

Les chiffres entre parenthèse sont les écart-types.

DISCUSSIONS

Le rendement moyen de notre étude est de 1548,51 ($\pm 581,86$) Kg/ha. Ce rendement est en dessous de ceux trouvés par Zerihun *et al.*, (2014) qui ont montré que cette valeur pour la production du maïs en Ethiopie était de 4515kg/ha alors que Awotide *et al.*, (2012) ont trouvé un rendement de 1643,97 kg/ha dans une étude portant sur 5 Etat du Nigéria, avec le pic dans

l'Etat de Kwara (1,860.90 kg/ha) frontalier à la zone Nord-Est du Bénin. Il a été démontré toujours au cours de cette étude que le facteur travail est moins appliqué comparé à notre étude $24 (\pm 34,84)$ HJ \hat{A} $62,89 (\pm 114,96)$ HJ

D'autres résultats majeurs obtenus au cours de la présente étude ont révélé que la rentabilité économique des systèmes de fertilisations identifiées diffère d'un indicateur à un autre. En fonction des valeurs de la marge nette trouvée,

la production du maïs est économiquement rentable avec un degré plus prononcé pour la fertilisation organique. Ceci est dû au fait que le système de fumure organique utilise très peu et marginalement les intrants organiques. Parfois dans ce système, c'est une portion de la parcelle qui a réellement reçu d'intrants organiques pour la campagne considérée et successivement les autres parties de la parcelle en reçoivent les années suivantes jusqu'à finir d'épandre toute la parcelle. Ces résultats concernant la marge nette sont supérieurs à ceux de Yabi *et al.*, (2012) qui dans une étude sur la rentabilité économique de production agricole sous pratiques culturales de gestion de la fertilité des sols dans la commune de Ouaké au Nord-ouest du Bénin ont prouvé que ces pratiques permettent aux producteurs de maïs d'augmenter leur revenu, et par ricochet de dégager une marge nette positive 54 844 FCFA/Ha \pm 142,486 mais inférieurs à Tokoudagba, (2014) qui est arrivé à démontrer que la production du maïs est une activité qui dégage une marge nette de 113.262,57 FCFA/ha dans le Nord-Bénin sans toutefois mentionné sous quel système de fertilisation ces résultats ont été obtenus. Cette valeur est en dessous de celle trouvée par Sadiq *et al.*, (2013) dans l'état du Niger au Nigéria sur une étude portant sur les petits producteurs de maïs. Ces résultats confortent les résultats trouvés par Oladejo and Adetunji, (2012) dont la marge nette est de 70,325.74 (H) \gg 222,932.59 FCFA/ha) dans une analyse de la production du maïs dans l'Etat d'Oyo au Nigéria et montre que l'activité de production du maïs est également rentable dans la sous-région. Lorsque nous faisons une comparaison par rapport à d'autres spéculations comme le riz, cette marge nette est nettement en dessous de celle obtenue par J. A. Yabi *et al.*, (2012) qui est de 258.100 FCFA/ha.

Pour la rémunération de la main d'œuvre, toutes les valeurs trouvées sont supérieures au seuil dans la zone qui est de 1500 FCFA/HJ. Comparé aux valeurs trouvées par Noma (2011) cette valeur est en dessous de 1472,26 FCFA/HJ et montre que l'activité de production du maïs n'est pas rentable malgré que cette spéculation ait affiché le meilleur score de toutes les autres spéculations. De tout ce qui précède, ces valeurs indiquent que le maïs d'un point de vue rémunération du salaire est l'une des spéculations le plus rentable dans le Nord Bénin. Les valeurs du ratio bénéfice-cout pour les pratiques sont supérieures à l'unité et révèle une

rémunération positive du capital du maïs sous ces différents systèmes. Particulièrement la valeur de la fumure minérale est supérieure à celle de Yabi *et al.*, (2012) qui ont montré que 1 F investi sur 1 Ha pour la production de maïs rapporte 1,27 FCFA sous pratique de fumure minérale à Ouaké au Nord-Ouest Bénin. Zalkuwi *et al.*, (2010) a aussi montré que ce ratio, toujours pour le maïs, était de 3,29 FCFA/ha à Adamawa state au Nigéria. Toujours dans ce même sens, Awotide *et al.*, 2015 ont montré que 1 F investi dans 1 ha rapportait 6,11 FCFA dans 5 Etats du Nigéria. Néanmoins ces résultats sont largement en dessous de ceux trouvés par Zerihun *et al.*, (2014) en Ethiopie sur l'agriculture conservatrice. Ces ratios étaient de 85,11 FCFA/ha pour l'agriculture de conservation ou le maïs en sole avec le soja et 45,21 FCFA/ha dans le système conventionnel pour le maïs. Comparé à d'autres spéculations, Biaou *et al.*, (2016) ont montré que 1 F investi dans 1Ha la production maraichère sous fumure minérale rapporte 1,15 FCFA aux producteurs et donc le maïs rémunère mieux que la production maraichère en terme de productivité du capital partant des résultats de notre étude.

CONCLUSION

La présente étude a permis de faire une analyse de la performance économique et financière des pratiques de gestion de la fertilité des sols sous système de production de maïs au Nord-Bénin. L'étude a révélé que les producteurs utilisant la fumure organique sont les plus performants en termes de la marge nette, la productivité du capital et la productivité de la main d'œuvre malgré avec un rendement particulièrement faible pour la fumure organique. Ceci est dû à la faible disponibilité des engrais organique malgré que cette fumure ait la capacité de régénérer la fertilité des sols de façon durable. Il convient d'élaborer des politiques agricoles afin de valoriser cette pratique au sein des exploitations agricoles au Nord du Bénin. Les actions que nous préconisons sont :

Les services publics en matière d'agriculture et les acteurs du secteur privé doivent développer un plan d'action visant à promouvoir des fertilisants organiques (fumure, compost, phosphate naturel, biomasse, engrais verts, etc.) et tout autre technique visant l'amélioration de la qualité des sols. Cela permettrait les performances des producteurs de maïs. Les

projets visant à développer le secteur agricole doivent inclure une composante axée sur la gestion de la fertilité du sol dans leurs tableaux de bord.

REFERENCES

- Adégbola P. Y., S. A. Adékambi. 2006. Analyse de l'impact socioéconomique de l'adoption des technologies nouvelles de gestion de la fertilité du sol. Rapport définitif.
- Adégbola P. Y., S. A. Adékambi. 2006. Impact socio-économique de l'adoption des technologies nouvelles de gestion de fertilité des sols au Bénin: Cas des Jachères Mucuna, Acacia, Aeschynomene et Glyricidia. Rapport de recherche, INRAB/CRA-Agonkanmey/INRAB, Cotonou.
- Adeguelou R., P. Y. Adegbola, A. Singbo, K. Savadogo. 2018. Estimation and Decomposition of Economic Inefficiency of Maize Producers in Benin: A Directional Distance Function Framework. *Journal of Agribusiness* 36, 151–166.
- Adjiba S. T. A., P. S. Hountondji, S. D. Tovignan, G. B. A. Kirabe et J. A. Yabi. 2019. Analyse comparative des performances économiques de la production du maïs dans les exploitations conventionnel et biologique au nord et centre du Bénin. *Bulletin de la Recherche agronomique du Bénin (BRAB), Numéro spécial Economie et Sociologie Rurales*. Pages (pp.) 66-76
- Adifon, F., A. Azontondé, J. Houndantode, G. Amadjii et M. Boko. 2015. Évaluation des caractéristiques chimiques des sols sableux du littoral sous-système maraîcher au Sud-Bénin. *Annales des sciences agronomiques* 19, 53–68.
- Akpinfa E. D., A. Kissira, M. A. Akpo et C. S. Houssou. 2017. Evaluation Du Coût Economique De La Dégradation Des Terres Dans La Zone Agro-Ecologique Du Centre Bénin. *European Scientific Journal* 13.
- Assouma D., N. Ollabode, K. Issaka et A. J. Yabi. 2019. Performance économique des producteurs sous divers systèmes de gestion et de distribution de l'eau dans le périmètre rizicole de Malanville, in: Communication à La 1ère Conférence Internationale Sur Enjeux et Perspectives Économiques En Afrique Francophone à l'université Cheikh Anta Diop de Dakar, Du.
- Awotide B. A., T. T. Awoyemi, A. Diagne, F. -M. Kinkingnihoun et V. Ojehomone. 2012. Effect of income diversification on poverty reduction and income inequality in rural Nigeria: Evidence from rice farming households. *OIDA International Journal of Sustainable Development* 5, 65–78.
- Baco M. N., T. Abdoulaye, D. Sanogo, A. Langyintuo, A. 2011. Caractérisation des ménages producteurs de maïs en zone de savane sèche au Bénin. CIMMYT.
- Biaou D., J. A. Yabi, R. N. Yegbemey, G. Biaou. 2016. Performances technique et économique des pratiques culturales de gestion et de conservation de la fertilité des sols en production maraîchère dans la commune de Malanville, Nord Bénin. *International Journal of Innovation and Scientific Research* 21, 201–211.
- FAO. 2016. The state of food and agriculture.
- Gnanglè P. C., Yabi, J.A., N. R. Yegbemey, R. G. Kakaï et N. Sopkon. 2012. Rentabilité économique des systèmes de production des parcs à Karité dans le contexte de l'adaptation au changement climatique du Nord-Bénin. *African Crop Science Journal* 20, 589–602.
- INSAE. 2013. Tableau de bord social: Profils socio-économiques et indicateurs de développement, Tome 1, 254p.
- MAEP. 2017. Plan stratégique de développement du secteur agricole (PSDSA) 2025 et plan national d'investissements agricoles et de sécurité alimentaire et nutritionnelle (PNIASAN) 2017-2021.139p.
- Mamoudou B. M., H. Rabiou, M. M. Inoussa, Y. Bakasso, and A. Mahamane. 2015. Bio-indicateurs de la fertilité des sols et la perception paysanne à l'Ouest du Niger. *Journal of Applied Biosciences*, 89, pp.8281-8290.
- Oladejo J. A. and M. O. Adetunji. 2012. Economic analysis of maize (zea mays l.) production in Oyo state of Nigeria. *Agricultural Science Research Journals* 2, 77–83.
- Ollabodé N. 2015. Adoption des pratiques de gestion de la fertilité des sols dans les systèmes de culture à base de maïs dans le Nord-Bénin. Mémoire de Licence professionnelle, Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, Bénin, 81p.
- Paraïso A., A. J. Yabi, A. Sossou, N. Zoumarou-Wallis et R. Y. Yegbemey. 2012. Rentabilité économique et financière de la production cotonnière à ouaké au nord-ouest du Bénin. *Annales des Sciences Agronomiques* 16, 91–106.
- Plan Stratégique de développement du Secteur Agricole (PSDSA). 2017. Orientations stra-

- téguques 2025, Plan National d'Investissements Agricoles et de Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle PNIASAN 2017 – 2021. Version finale, 2017, 132p.
- Plan Stratégique de Relance du Secteur Agricole (PSRSA). Version finale, 2011
- Sadiq M. S., M. T. Yakasai, M. M. Ahmad, T. Y. Lapkene et M. Abubakar. 2013. Profitability and production efficiency of small-scale maize production in Niger State, Nigeria. *IOSR Journal of Applied Physics* 3, 19–23.
- Tokoudagba S. F. 2014. Economie de la production du maïs au nord-bénin: une analyse du compte de résultat des exploitations agricoles. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, numéro spécial 3, 20–28.
- Yabi A. J. 2010. 'Analyse des déterminants de la rentabilité économique des activités menées par les femmes rurales dans la commune de Gogounou au Nord-Bénin. *Annales des Sciences Agronomiques* 14, 221–239.
- Yabi A. J., A. Paraïso, R. L. Ayena et R. Yegbemey. 2012. Rentabilité économique de production agricole sous pratiques culturales de gestion de la fertilité des sols dans la commune de Ouaké au nord-ouest du Bénin. *Annales des Sciences Agronomiques* 16, 229–242.
- Yabi J. A., F. X. Bachabi, I. A. Labiyi, C. A. Ode et R. L. Ayena. 2016. Déterminants socio-économiques de l'adoption des pratiques culturales de gestion de la fertilité des sols utilisées dans la commune de Ouaké au Nord-Ouest du Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 10, 779–792.
- Yabi J. A., A. Paraïso, R. N. Yegbemey et P. Chanou. 2012. Rentabilité économique des systèmes rizicoles de la commune de Malanville au Nord-est du Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) Numéro spécial Productions Végétales & Animales et Economie & Sociologie Rurales* 12.
- Zalkuwi J. W., Y. Z. Dia et R. Z. Dia. 2010. Analysis of economic efficiency of maize production in Ganye Local Government Area Adamawa state, Nigeria. *Report and Opinion* 2, 1–9.
- Zerihun A., B. Tadesse, T. Shiferaw and D. Kifle. 2014. Conservation agriculture: maize-legume intensification for yield, profitability and soil fertility improvement in maize belt areas of western Ethiopia. *IJPSS* 3, 969–985.

(Footnotes)

Archives of the Centre Nationale de Télédétection et de Surveillance du Couvert Forestier (CENATEL)