

Analyse comparative des performances économiques des systèmes de production du maïs dans la commune de Banikoara au Nord-Bénin

Pamphile Degla^{1*}, Pesquidoux Daanon¹, Alexis Onzo², Eunice Tomavo¹

Résumé

Du fait de son importance pour la sécurité alimentaire et la création de richesse, le maïs est une culture stratégique pour les populations rurales au Nord-Bénin. Ainsi la présente étude s'intéresse à l'analyse économique comparative des deux principaux systèmes de culture (Maïs-Maïs et Coton-Maïs) de cette spéculation. Basée sur un échantillon aléatoire de 140 producteurs choisis au Nord-Bénin et utilisant la théorie économique de production, ainsi que divers outils d'analyse tels le modèle de fonction de production Cobb-Douglas, la régression-linéaire-multiple, et différents indicateurs économiques, l'étude révèle que le système Maïs-Maïs est plus performant que le système Coton-Maïs, bien que l'utilisation des ressources ne soit optimale dans aucun des systèmes. A l'influence significative de la quantité d'engrais sur le niveau de production de chacun des systèmes s'ajoute celle de la superficie cultivée pour le système Coton-Maïs. Toute action de politique agricole tenant compte de ces facteurs contribuera à améliorer la production du maïs dans la zone d'étude

Mots-clés : Maïs, Système de culture, Efficacité, Déterminants de la production, Bénin

Abstract

Comparative economic analysis of maize production systems in the municipality of Banikoara in the Northern Benin

Due to its importance for food security and cash income realization, maize is a strategic crop for rural populations in the northern Benin. Therefore, this current study is focused on the comparative economic analysis of the two major systems (Maize-Maize and Cotton-Maize) of this crop. Based on a sample of 140 farmers randomly selected in the municipality of Banikoara in Northern Benin, and using the decision-making economic approach and many analysis tools such as the linear multiple regression and diverse economic performance indexes, the study showed that the Maize-Maize system is more profitable than the Cotton-Maize system, although the use of the available resources was not optimal in any of the two cropping systems. Whereas the cultivated area and the quantity of fertilizer are the main drivers of the production level in the cotton-maize system, only the quantity of fertilizer had a significant and positive influence on the production in the maize-maize system. Integrating the results of this study into any agricultural policy in Benin could contribute to improve the maize production in the profit of the rural populations.

Keywords: Maize, Cropping systems, Efficiency, Drivers of maize production, Benin

¹Département d'Economie et Sociologie Rurales, Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, BP 123 Parakou, Bénin

²Département de la Production Végétale, Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, BP 123 Parakou, Bénin

*Auteur correspondant : Tél. : ++ 229 97382203

Pamphile Degla^{1*}, (pamphile.degla@yahoo.fr)

Pesquidoux Daanon¹, (pesquidouxdaanon29@gmail.com)

Alexis Onzo², (onzalex@yahoo.com)

Eunice Tomavo¹, (marleinetomavo@yahoo.fr)

1. Introduction

Du fait de son rôle dans la création d'emploi et de revenu, l'agriculture reste au Bénin le secteur d'activité économique le plus important pour la majorité de la population (PAM 2008 ; World Bank 2013). Dominée par la production du coton, cette agriculture peine cependant à jouer pleinement son rôle de levier de développement à cause de l'instabilité qu'a connu le secteur cotonnier des années durant (MAEP 2008). Ainsi, prenant conscience des risques afférents à cette dépendance de l'agriculture vis-à-vis du secteur cotonnier, l'Etat béninois a identifié d'autres filières agricoles porteuses sur lesquelles pourrait s'appuyer sa politique de développement agricole. Au nombre des treize filières retenues se trouve le maïs qui est une culture répandue dans toutes les régions du pays à cause de sa grande facilité d'adaptation et de son importance pour la consommation (Adifon 2009). Comme source d'alimentation de base de la population, le maïs est également une culture de rente puisque même dans un objectif de production de subsistance, une partie non négligeable de la production est toujours destinée au marché afin d'acquérir les revenus monétaires nécessaires à la survie du ménage. Elle est donc une culture

stratégique dans le dispositif de sécurité alimentaire et dans la création de revenus des populations rurales. Les superficies consacrées annuellement au maïs sont par conséquent importantes et sont de l'ordre de 74% des superficies totales cultivées en céréales soit l'équivalent de 75% de la production céréalière (MAEP 2010). Si au cours des dix dernières années la production annuelle est estimée à 1 200 000 T, celle-ci cache cependant une forte disparité régionale tant du point de vue du niveau de production que de l'utilisation des systèmes de culture. Pendant que des rendements moyens très faibles (500-700 kg/ha) sont observés au Sud-Bénin (Adifon 2009), le nord du pays enregistre par contre des rendements moyens relativement élevés d'environ 1 200 kg/ha (Adegbola *et al.* 2011). Intervenant au Sud-Bénin le plus souvent en association avec d'autres céréales, des légumineuses ou des tubercules dans des exploitations de petites tailles où la pratique de la fertilisation minérale est presque inexistante, le maïs apparaît au Nord-Bénin soit en culture pure, soit en rotation avec le coton sur des superficies relativement grandes et où la production est presque intensive.

De façon générale, les pratiques culturales basées sur la rotation sont connues comme offrant un meilleur avantage com-

paratif sur le plan agronomique en termes d'amélioration de la fertilité du sol (Dendoncker et al., 2004 ; Leteinturier et al., 2007), de réduction des agents pathogènes et adventices (Gerowitt, 2003), de limitation des risques d'érosion (Leteinturier, 2007), d'amélioration de la structure du sol (Hamza et Anderson, 2005) et de maintien d'une bonne diversité écologique (Habib, 2003). Par contre, le système de monoculture favorise sur plusieurs années la dégradation du sol, les risques d'érosion, accroît le développement parasitaire des plantes et s'inscrit très peu dans une logique de biodiversité ou de production intégrée (Boller et al. 1997 ; Albrecht 2003 ; Hamza & Anderson 2005). Si les avantages tant agronomiques qu'agro-environnementaux de la rotation culturale qui sont des notions connues et acceptées dans le monde agricole (Leteinturier et al., 2007) comme aussi au Nord du Bénin où les conditions locales sont d'ailleurs favorables à la pratique de la rotation, donc du système de culture Maïs-Coton, comment expliquer alors la persistance du système de monoculture Maïs-Maïs ? Très probablement, la performance économique de ce système pourrait être un élément déterminant dans le choix des producteurs. Malheureusement, aucune étude n'a été jusqu'ici consacrée à l'analyse de la performance de chacun de ces deux principaux systèmes de culture encore moins à leur comparaison dans la zone d'étude. Parmi les études disponibles, les unes abordent l'analyse des déterminants de la faible productivité du maïs (Adifon, 2009), les autres la compétitivité du maïs local (Adegbola *et al.*, 2011) et l'offre du maïs pour l'amélioration de la sécurité alimentaire au Nord-Bénin (Yabi *et al.* (2013). D'autres auteurs tels que Kotobiodjo (2016) se sont consacrés à l'analyse des effets du mode d'accès à la terre sur la productivité du maïs. En s'intéressant à l'analyse comparative de la performance économique des deux principaux systèmes de production du maïs et aux facteurs déterminant cette performance, la présente étude vise à contribuer à une meilleure connaissance des systèmes de production de l'une des céréales la plus consommée au Bénin. Ce faisant elle fournira une base de données accessibles aux chercheurs, aux organisations non gouvernementales et aux décideurs politiques intéressés par les questions de promotion agricole et d'amélioration des conditions de vie en milieu rural.

2. Matériel et méthodes

1.1. Ancrage théorique

Dans un processus de production, le producteur est, selon le modèle néoclassique supposé avoir un comportement rationnel. Il cherche avant tout à optimiser sous la contrainte de coûts de production l'utilisation des ressources, donc à maximiser son profit. Dans le choix des outputs à produire, le producteur fait face à une palette d'options régie par la disponibilité des inputs. Il doit non seulement décider de quelle quantité d'un output donné produire, mais aussi comment les ressources rares pourraient être allouées aux diverses alternatives d'outputs. Il est supposé faire un choix rationnel lui permettant de maximiser son profit. Mais dans la réalité, bien que le producteur soit intéressé à maximiser son profit, il pourrait aussi bien viser d'autres objectifs, remettant ainsi en cause la thèse de la rationalité. En effet les buts et objectifs d'un producteur sont intimement liés à ses caractéristiques psychologiques et les objectifs choisis par un producteur donné peuvent avoir très peu à faire avec la maximisation de profit (Debertin 2012). Ainsi au lieu de rechercher le profit par l'adoption d'un système de production jugé plus performant, il peut choisir pratiquer un système juste pour limiter des risques de récolte ou pour assurer seulement sa sécurité alimentaire. Même en présence d'un prix élevé pour

un output donné, il peut décider, du fait de manque d'information et de l'existence d'incertitude, de produire un autre output offrant moins d'avantage comparatif (Adams 1986). Cette problématique du comportement des paysans est abordée dans la littérature économique par un certain nombre d'approches théoriques telle que l'approche substantiviste (Polanyi 1944 ; Dalton 1961) qui rejette l'hypothèse de rationalité et voit le comportement des ménages dicté par les coutumes et les institutions anciennes, l'approche structuraliste (De Janvry *et al.* 1991) considérant les ménages paysans comme rationnels mais confrontés à des défaillances du marché, et l'approche néo-institutionnelle qui permet d'analyser comment, et par quel mécanisme les choix des paysans sont soumis à leur structure sociale (He Yong 1994).

A la lumière de ces connaissances théoriques et empiriques l'analyse économique des systèmes de production du maïs a été faite dans la commune de Banikoara au Nord-Bénin.

1.2. Approche d'estimation de la performance économique des exploitations agricoles

En économie agricole, la performance économique d'une exploitation agricole peut être analysée à partir de la fonction de production et de la rentabilité de la production au niveau de l'exploitation. Ainsi pendant que la fonction de production met en rapport l'output obtenu et les quantités d'inputs utilisés et peut permettre d'apprécier l'efficacité technique du producteur, la rentabilité permet de juger la rémunération du capital investi dans l'exploitation. Ce sont alors ces méthodes qui ont été utilisées dans la présente étude. En outre, dans le but de rendre plus complet l'analyse de la performance économique, les facteurs susceptibles d'influencer le niveau de cette performance atteint par les producteurs ont été mis en évidence à travers un modèle de régression linéaire multiple. Cette démarche qui est courante dans l'analyse économique des exploitations agricoles s'appuie sur les travaux de Yabi (2009), Yabi et al. (2009) Degla (2012a) et de Choukou et al. (2017).

1.2.1. Rentabilité de la production

Dans l'hypothèse de maximisation du profit, le producteur combine les facteurs de producteurs de manière à atteindre le meilleur niveau d'efficacité qui selon la théorie économique néoclassique correspond au point d'équilibre entre les revenus marginaux (revenu issu de chaque unité supplémentaire de produit obtenu) et les coûts marginaux (coût de la dernière unité d'input utilisé). Ainsi définis, ces aspects technico-économiques de la maximisation de profit expriment la performance économique de l'exploitation agricole comme une entreprise d'affaire (Ellis, 1993). Le profit ou la rentabilité est alors perçu comme un indicateur de la performance économique d'une exploitation agricole ou d'une quelconque entreprise. Pour estimer cette rentabilité, c'est-à-dire celle d'un système de production par exemple, il existe dans la littérature plusieurs méthodes d'évaluation telles la Matrice d'Analyse des Politiques ou MAP (Houndékon, 1996 ; Ibro et al., 2001 ; Fanou, 2008), la méthode basée sur le bilan ou celle utilisant le compte de résultat ou compte d'exploitation (Mensah, 2006 ; Yegbemey, 2009 ; Biaou, 2010 ; Degla, 2012b).

Compte tenu de la simplicité de la méthode basée sur le compte d'exploitation c'est cette dernière qui a été retenue pour la présente étude. Il s'agit d'un document comptable synthétisant l'ensemble des charges et des produits d'une exploitation agri-

cole pour une période donnée appelée exercice comptable. De ce tableau se dégagent les différents indicateurs ou éléments permettant d'estimer la rentabilité de l'exploitation. Le résultat net d'exercice ou marge nette (MN) est un de ces principaux indicateurs. En économie rurale, on associe généralement à cet indicateur de base d'autres indicateurs pour affiner l'analyse de la rentabilité, lesquels sont la productivité moyenne de la Main d'Œuvre Familiale (PLM), le Ratio Bénéfice Coût (RBC) et le Taux de Rentabilité Interne (TRI) (Yegbemey 2009 ; Degla, 2012b). Chacun de ces indicateurs et leurs conditions d'acceptation sont consignées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Indicateurs de rentabilité et d'efficacité

1.2.2. Fonction de production

Indicateurs	Formules	Description	Conditions d'acceptation
Marge Nette (MN)	$MN = PBV - CT$	PBV = Produit brut en valeur (F CFA/ha) CT = Coût Total (F CFA/ha)	$MN > 0$
Taux de Rentabilité Interne (TRI)	$TRI = \frac{MN - VMOF}{CT + VMOF}$	VMOF = Valeur de la main d'œuvre familiale (F CFA/ha)	$TRI > i$ $i = \text{taux d'intérêt dans la zone d'étude}$
Ratio Bénéfice Coût (RBC)	$RBC = \frac{PBV}{CT}$	PBV = Produit brut en valeur (F CFA/ha) CT = Coût Total (F CFA/ha)	$RBC > 1$
Productivité Moyenne de la Main d'œuvre (PML)	$PML = \frac{MN}{MOF}$	MN = Marge nette (FCFA/ha) MOF = Main d'œuvre familiale en Homme-Jours /ha	$PML > w$ $w = \text{taux de salaire agricole dans la zone d'étude}$
Indice d'efficacité (r)	$r = \frac{VmP}{CmI}$	VmP = Valeur marginale du produit CmI = Coût marginal de l'input	$r = 1$ efficacité Si $r > 1$ les ressources sont surexploitées Si $r < 1$ les ressources sont sous-utilisées

Parmi les nombreuses formes de fonction de production qu'offre la littérature économique, la spécification de Cobb-Douglas reste la forme la plus utilisée (Coelli et al., 2001 ; Stadelman, 2005), notamment dans le secteur agricole (cf. Wolff 1997 ; Romer 2001 ; Tewodros, 2001 ; Yabi, 2009 ; Onuk et al. 2010 ; Degla, 2012b) à cause de sa simplicité, sa précision et sa fiabilité. Outre, les élasticités que le modèle de Cobb-Douglas donne directement il permet selon Wolff (1997) de pallier tant soit peu aux problèmes liés à l'hétéroscédacité. En suivant ces auteurs le modèle de Cobb-Douglas qui est aussi le plus pertinent pour cette étude a été retenu. Dans sa forme générale, la fonction de Cobb-Douglas se présente comme suit :

$$y = c \cdot \prod_i x_i^{a_i} \text{ où } c, a_i > 0 \tag{1}$$

Avec x_i correspondant aux facteurs de production, (travail et capital par ex.), a_i les coefficients. Dans sa forme linéarisée, la fonction est la suivante :

$$\ln(y) = \ln(c) + \sum_i a_i \cdot \ln(x_i) \tag{2}$$

Sur la base des principaux facteurs de production utilisés dans la production du maïs dans la zone d'étude (cf. Tab. 2) et en s'appuyant sur l'approche méthodologique de Audibert (1977), Bravo-Ureta & Pinheiro (1977), et Tewodros (2001) qui considère la terre comme une variable explicative, le modèle empirique de la fonction Cobb-Douglas a été spécifié comme suit :

$$\ln(QMais_i) = \beta_0 + \beta_1 \ln(SUP_i) + \beta_2 \ln(SEM_i) + \beta_3 \ln(ENG_i) + \beta_4 \ln(PEST_i) + \beta_5 \ln(CAP_i) + \beta_6 \ln(MOF_i) + u_i \tag{3}$$

avec β_i , les coefficients à estimer, u_i les termes d'erreur

Tableau 2 : Variables introduites dans le modèle de fonction de production

Variables	Codes	Unités
Quantité de maïs	(Ln(QMais	Kg
Superficie cultivée	(Ln(SUP	ha
Quantité de semences	(Ln(SEM	Kg
Quantité d'engrais	(Ln(ENG	Kg
Quantité de pesticide	(Ln(PEST	Litre
Quantité de capital	(Ln(CAP	F CFA
Quantité de main d'œuvre familiale	(Ln(MOF	Homme-jours ((H-jours

A partir des élasticités partielles des différents inputs et leurs productivités moyennes, les productivités marginales des inputs utilisés ont été déduites. Après estimation des coûts marginaux des différents inputs et en s'appuyant sur l'approche méthodologique de Onuk et al. (2010) reposant sur le principe économique que l'efficacité est atteinte au point où la valeur marginale du produit est égale au coût marginal de l'input, un indice permettant d'apprécier l'efficacité des producteurs dans l'utilisation des ressources engagées dans la production du maïs dans la zone d'étude a été estimé. Les conditions d'acceptation de cet indice sont mentionnées dans le tableau 1.

1.3. Facteurs affectant le niveau de performance économique des producteurs

En supposant que le niveau de revenu réalisé par les producteurs du maïs est fonction d'un certain nombre de facteurs liés aussi bien à l'exploitation qu'aux caractéristiques socioéconomiques des producteurs (l'âge, le sexe, le niveau d'éducation etc.) et dont le choix repose sur une revue de littérature et des observations personnelles faites sur le terrain, on peut exprimer mathématiquement cette relation comme suit :

$$\bar{Y} = E(Y|X_1, \dots, X_p) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_p X_p = \beta_0 + \sum_{k=1}^m \beta_k X_{ki} + \sum_{k=(m+1)}^{l=p} \beta_k X_{ki} + \mu_i \tag{4}$$

Où \bar{Y} est le revenu total moyen ; $K=1, 2, \dots, m, m+1, \dots, p$ et $X_{1p}, X_{2p}, \dots, X_{mp}$ les variables quantitatives; $X_{(m+1)p}, X_{(m+2)p}, \dots, X_{lp}$ les variables qualitatives relatives aux producteurs; β_k , les paramètres à estimer; et μ_i les termes d'erreur.

Après l'introduction des variables explicatives (cf. Tab. 3) et l'application du logarithme népérien on obtient le modèle empirique suivant :

$$\ln(\bar{Y}_i) = \beta_0 + \beta_1 \ln(Farmsize_i) + \beta_2 \ln(Activmembers_i) + \beta_3 \ln(Age_i) + \beta_4 \ln(Exper_i) + \beta_5 (Sexe_i) + \beta_6 (Educationlev_i) + \beta_7 (Farmorganization) + \beta_8 (MOSalarie_i) + \beta_9 (ContactT_i) + \beta_{10} (Systemepro_i) + \beta_{11} (Modevente_i) + \mu_i$$

Où, μ_i indique les termes d'erreur, supposés être normalement distribués $N(0, \sigma)$; et β_i les paramètres à estimer. Les β_1 à β_4 donnent directement les élasticités partielles du revenu moyen pour les variables quantitatives et les β_5 à β_{11} indiquant les variations en pourcentage du niveau de revenu lorsqu'une variable explicative qualitative varie d'une modalité à une autre. Selon Gujarati (2004), cette variation correspond à $(e^{a_i} - 1) * 100$. Ainsi pour une variable explicative qualitative X, son modèle équation étant $\ln Y_i = \alpha_0 + \alpha_1 X_i$, quand X varie de 0 à 1, Y_i varie de 1 à e^{α_1} , et la variation en pourcentage de Y_i est donnée par $(e^{\alpha_1} - 1) * 100$.

Tableau 3 : Variables introduites dans le modèle de régression linéaire

Variables qualitatives	Types	Modalités	Signes attendus
Sexe	D	0 = Masculin ; 1= Féminin	±
Education	D	0 = Oui ; 1= Non	+
Appartenance à un groupement	D	0 = Oui ; 1= Non	+
Contact avec un encadreur	D	0 = Oui ; 1= Non	+
Utilisation de la main d'œuvre salariée	D	0 = Oui ; 1= Non	+
Système de production	D	0 = Oui ; 1= Non	+
Mode de vente (vente échelonnée)	D	0 = Oui ; 1= Non	+/-
Age	C	-	±
Taille de l'exploitation	C	-	+
Taille du ménage	C	-	+
Nombre d'année d'expérience	C	-	+

D = variables discontinues ; C = variables continues

1.4. Zone d'étude et échantillonnage

L'étude a été réalisée dans la commune de Banikoara, située au Nord-Ouest du Bénin entre les 10°50' et 11°45' de latitude Nord et 2°0' et 2°55' de longitude Est (cf. figure 1). Cette commune qui couvre une superficie de 438 300 km², est essentiellement agricole et connue comme l'une des régions de très forte production de coton et de céréales au Bénin. Le climat qui y règne est de type sahélo-soudanien caractérisé par l'alternance d'une saison pluvieuse de mai à octobre et d'une saison sèche de novembre à avril, que les perturbations climatiques récentes tendent à décaler. La pluviométrie moyenne se situe entre 800 et 1 200 m. Les sols sont généralement de types ferrugineux tropicaux, très propices à la culture cotonnière, ce qui situe la Commune de Banikoara dans la zone agroécologique du bassin cotonnier du Nord-Bénin.

Pour l'étude, quatre villages ont été sélectionnés du fait de leur importance dans la production du maïs et du coton. Les unités de recherche sont des producteurs individuels, choisis de façon aléatoire à partir d'une liste de producteurs établie par le service de vulgarisation. Ainsi un total de 140 producteurs a été sélectionné dont 100 pratiquant le système coton-maïs et 40 s'adonnant au système maïs-maïs qui reste un système de moins en moins utilisé.

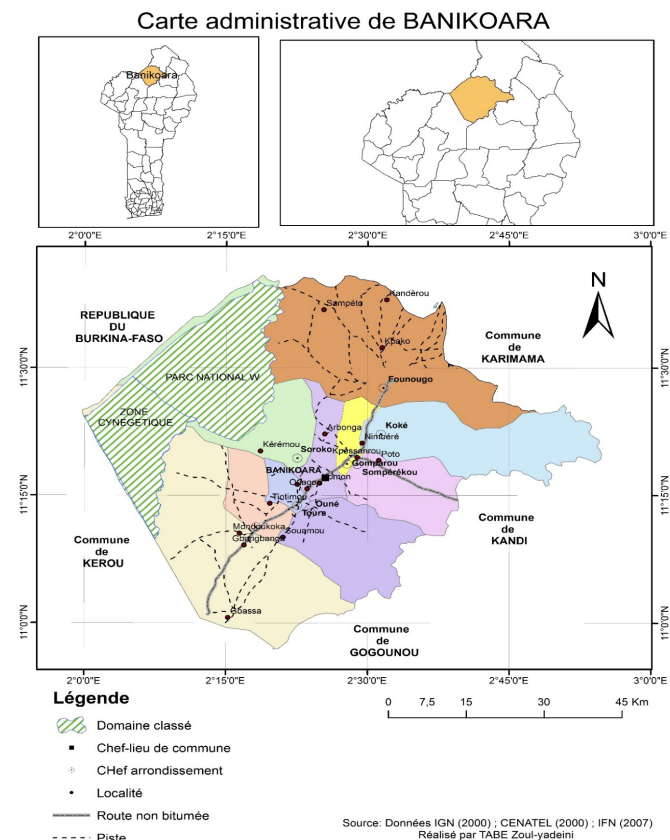


Figure 1: Carte du milieu d'étude

2. Résultats

2.1. Caractéristiques socioéconomiques des producteurs

D'un âge moyen de 41±13 ans, la majorité des producteurs de l'échantillon (95%) sont de sexe masculin et mariée (93%). Cette tendance s'observe également aussi bien chez les producteurs s'adonnant au système de culture Maïs-Maïs que ceux du système Coton-Maïs. Avec l'ensemble des producteurs, le nombre moyen des actifs des ménages est de 6 ±4 actifs et la taille moyenne des exploitations est de 13,38 ±12,53 ha. Si pour l'ensemble des producteurs, la plupart (53%) sont sans une éducation formelle, on note cependant moins d'analphabètes (33%) dans le système Maïs-Maïs que dans le système Coton-Maïs (61%). Pour l'ensemble, l'appartenance à un groupement s'observe chez la majorité des producteurs (84%). Toutefois dans le système Maïs-Maïs les producteurs appartenant à un groupement ne représentent que 48% contre 98% chez leurs homologues du système Coton-Maïs. L'encadrement technique régulier ne touche qu'une minorité de producteurs (11%) aussi bien dans leur ensemble que dans chacun des systèmes de production. L'utilisation de la main d'œuvre familiale qui est prépondérante chez la plupart des producteurs (69%), s'observe également dans chacun des deux systèmes. Pratiquée par la majorité des producteurs (58%) dans leur ensemble, la vente échelonnée du maïs n'est utilisée que chez 38% des producteurs du système Maïs-Maïs contre 66% dans le système Coton-Maïs.

2.2. Description des systèmes de culture de maïs

Les systèmes de culture de maïs les plus répandus dans la zone d'étude sont les systèmes Maïs-Maïs et Coton-Maïs, avec une dominance du système Coton-Maïs. Dans le système Maïs-Maïs le maïs intervient successivement sur la même parcelle durant plusieurs saisons culturales alors que dans le système Coton-Maïs il y a une alternance de cultures au cours de laquelle le maïs succède après chaque saison au coton. La taille moyenne des exploitations des producteurs s'adonnant au système Coton-Maïs est de 16,65 ±13,32 ha contre 5 ±3,68 ha pour le système Maïs-Maïs. En moyenne 1,14 ± 0,362 ha de terres ont été consacrées à la culture du maïs dans le système Maïs-Maïs contre 5,60 ±5,28 ha dans le système Coton-Maïs. Les résultats montrent également qu'en moyenne 272,68 ±102,23 kg/ha d'engrais, 37,84 ±13,204 kg/ha de semences et 4,19 ±1,425 litres/ha de pesticide ont été utilisés pour la production du maïs dans le système Maïs-Maïs contre 153,90 ±107,54 kg/ha, 22,32 ±5,99 kg/ha et 1,65 ±0,91 litres/ha respectivement pour l'engrais, les semences et les pesticides dans le système Coton-Maïs. Le rendement moyen obtenu dans le système Maïs-Maïs est de 2 018 ±770 kg/ha contre 1 385 ±680,42 kg/ha. Les coûts variables engagés ont été de 89 803 ±28 125 FCFA/ha dans le système Maïs-Maïs contre 49 593 ±29 183 FCFA/ha dans le système Coton-Maïs (cf. Tab. 4).

Tableau 4: Caractéristiques distinctives des deux principaux systèmes de culture de maïs

Caractéristiques	Maïs-Maïs		Coton-Maïs		Ensemble	
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type
Taille de l'exploitation (ha)	5	3,68	16,65	13,32	13,38	12,53
Superficie cultivée	1,14	0,362	5,60	5,28	4,33	4,90
Quantité Engrais kg/ha	272,68	102,226	153,90	107,54	187,84	118,61
Quantité semences kg/ha	37,84	13,204	22,32	5,99	26,76	11,14
Quantité pesticide L/ha	4,19	1,425	1,65	0,91	2,380	1,576
Rendement kg/ha	2 018	7,70	1 385	6 80,42	15,66	7,61
Coût variable FCFA/ha	89 803	28 125	49 593	29 183	61 082	34 071

2.3. Analyse de la fonction de production du maïs

La modélisation de la production du maïs précédemment décrite montre que pour l'ensemble des producteurs sélectionnés seule la superficie cultivée et la quantité d'engrais utilisée ont une influence significative sur le niveau de production du maïs. Cette tendance se confirme au niveau de chacun des systèmes de culture avec cependant la différence qu'au niveau du système Maïs-Maïs seule la quantité d'engrais influence positivement et significativement le niveau de production (cf. Tab. 5).

Tableau 5 : Résultats de l'analyse de la fonction de production par système de culture

Variables explicatives	Système Maïs-Maïs				Système Coton-Maïs			
	Coef	Erreur Standard	t	p-value	Coef	Erreur Standard	t	p-value
Superficie cultivée (Ln)	0,33	0,22	1,49	0,15	0,72	0,14	5,12	0,000***
Main d'œuvre (Ln)	0,08	0,09	0,85	0,40	-0,10	0,08	-1,18	0,24
Pesticide (Ln)	-0,03	0,19	-0,16	0,88	-0,14	0,09	-1,58	0,12
Engrais (Ln)	0,58	0,15	3,96	0,000***	0,42	0,09	4,81	0,000***
Semence (Ln)	-0,21	0,16	-1,30	0,20	0,12	0,16	0,78	0,44
Capital (Ln)	0,00	0,07	-0,04	0,97	0,01	0,05	0,25	0,81
Constance	4,91	1,20	4,08	0,000***	4,86	0,74	6,58	0,000***
Résumé du modèle	Système Maïs-Maïs				Système Coton-Maïs			
	R ² = 0,51; F(6 ;33) = 5,67; p-value = 0,000				R ² = 0,75; F(6 ;93) = 48,35; p-value = 0,000			
	Test de normalité (chi-2 (2) = 0,85; p-value = 0,65)				Test de normalité (Chi-2 (2) = 1,20; p-value = 0,55)			
	Test de Ramsey Reset: F(3 ;30) = 1,19; p-value = 0,33				Test de Ramsey Reset: F(3 ;90) = 0,91; p-value = 0,44			
Test d'homoscédasticité: chi-2(1) = 0,89; p-value 0,34				Test d'homoscédasticité: Chi-2(1) = 0,19; p-value = 0,66				

2.4. Performances économiques des différents systèmes de culture du maïs

Dans le système Maïs-Maïs, la production du maïs a généré en moyenne un coût de production de 102 974 ±30 141 FCFA/ha contre 53 816 ±53 816 FCFA/ha dans le système Coton-Maïs. La marge nette moyenne est de 174 476 ±113 917 FCFA/ha pour le système Maïs-Maïs et 155 107 ±108 774 FCFA/ha pour le système Coton-Maïs. Les autres indicateurs révèlent que dans le système Maïs-Maïs, le ratio bénéfice coût (RBC) et le taux de rentabilité interne (TRI) sont avec respectivement 2,60 ±1,44 et 1,74±1,28 relativement plus élevés que dans le système Coton-Maïs avec des valeurs respectives de 1,09 ±0,64 et 0,83±0,59. Suivant la même tendance, la productivité moyenne de la main d'œuvre familiale (PLM) est avec une moyenne de 6 341 ±5 472 FCFA/ha plus élevée dans le système Maïs-Maïs que dans le système Coton-Maïs (3 314 ±3 064 FCFA/ha).

Par rapport à l'efficacité, l'utilisation des ressources n'est optimale dans aucun des deux systèmes de culture (cf. Tab. 6).

Tableau 6 : Indices d'efficacité des producteurs

Système	Paramètres	Terre	Main d'œuvre	Engrais	Semence	Pesticide	Capital
Système Maïs-Maïs	VmP	114 920	2 122	443	736	16 184	0,35
	CmI	200 000	1 500	280	600	8 000	0,12
	Ratio	0,575	1,414	1,582	1,226	2,023	2,916
Système Coton-Maïs	VmP	159 497	508	333	2 471	6 582	1,08
	CmI	200 000	1500	280	600	8 000	0,12
	Ratio	0,797	0,338	1,189	4,118	0,822	9
Ensemble	VmP	164 447	1 681	390	1 753	17 788	1,16
	CmI	200 000	1 500	280	600	8 000	0,12
	Ratio	0,822	1,120	1,392	2,921	2,223	9,666

2.5. Analyse des déterminants du niveau de revenu

L'analyse des déterminants du revenu des producteurs pour l'ensemble des systèmes de culture montre que seuls le sexe, l'âge des producteurs, la taille de leur exploitation, l'utilisation de la main à dominance salariée, le système de culture adopté et le mode de vente de la récolte exercent une influence significative sur le niveau de revenu réalisé par les producteurs (cf. Tab.7). Pendant que cette influence est significative au seuil de 1% pour la taille de l'exploitation, elle ne l'est qu'au seuil de 5% pour le sexe, la main d'œuvre à dominance salariée, le système de culture et le mode de vente de la récolte, et au seuil de 10% pour l'âge.

Tableau 7 : Déterminants du niveau de revenu pour l'ensemble des systèmes de culture

	Ensemble des systèmes de culture			
	Coef	Erreur Standard	t	p-value
Sexe	0,53**	0,25	-2,13	0,04
Age	0,64*	0,32	2,01	0,05
Education	0,12	0,14	0,81	0,42
Nombre d'actifs	-0,25	0,17	-1,51	0,13
Taille exploitation	0,74***	0,13	5,67	0,000
Expérience avec intrants	-0,23	0,16	-1,51	0,13
Appartenance Groupement	-0,20	0,24	-0,84	0,40
Contact Encadreur	0,06	0,26	0,23	0,82
Type main d'œuvre	0,39**	0,18	2,13	0,04
Système de production	-0,49**	0,24	-2,05	0,04
Mode de vente	0,36**	0,15	2,43	0,02
Constante	10,21***	0,96	10,60	0,000
Résumé du modèle	R ² = 0,50; F(11 ;128) = 15,32; p-value = 0,000 Test d'homoscédasticité: Chi-2(1) = 1,63; p-value = 0,20 Test de variance d'Eicker et White: p-value = 0,000 Test de Ramset Reset: F(3 ;86) = 1,15; p-value = 0,33			

*** = significatif à 1% ; ** = significatif à 5% ; * = significatif à 10%

Lorsqu'on s'intéresse à chacun des systèmes de culture séparément, les résultats montrent que dans le système Maïs-Maïs, seul le contact régulier avec l'encadreur influence significativement le niveau de revenu au seuil de 1% pendant que l'appartenance à un groupement et le type de main d'œuvre ne l'influencent qu'au seuil de 10%. Dans le système Coton-Maïs la taille de l'exploitation influence significativement le niveau de revenu au seuil de 1%, pendant que l'âge du producteur, le nombre d'année d'expérience dans l'utilisation des intrants, le type de main d'œuvre et le mode de vente ne l'influencent qu'au seuil de 5%, le sexe du producteur, et le nombre d'actifs de son ménage n'influencent significativement le niveau de revenu qu'au seuil de 10%.

3. Discussion

Le maïs reste dans la zone d'étude une culture stratégique tant du point de vue de l'alimentation que de la création de revenu. En effet si au niveau de l'ensemble des producteurs une grande partie de la production (69%) est orientée vers la vente, une partie non négligeable (31%) est avant tout consacrée à l'autoconsommation. L'importance relative de l'autoconsommation varie cependant d'un système de culture à un autre, car pendant que la part autoconsommée ne représente que 29% dans le système Coton-Maïs, elle atteint près de 42% dans le système Maïs-Maïs, sûrement parce que c'est dans ce système aussi que la production moyenne est la plus élevée (2 018kg/ha contre 1 385 kg/ha). Du fait de la possibilité de conservation durable du maïs et des avantages qu'offre la vente

échelonnée, la plupart des producteurs enquêtés ont adopté le mode de vente échelonnée. Cette adoption peut cependant être attribuée aux efforts de promotion et d'appui consentis par un certain nombre de structures privées qui, dans la zone d'étude, œuvrent pour l'abandon du bradage des produits agricoles juste après la récolte, étant donné que le bradage est perçu comme un facteur d'appauvrissement des paysans. La taille relativement faible des superficies cultivées, et l'importance relative de la main d'œuvre familiale dans les deux systèmes de culture indiquent que la production du maïs dans la zone d'étude est de type familial. Ce qui appuie la description de ce type de production largement développé par CIRAD (2014), Toulmin & Guèye (2003) et Berti & Lebailly (2009) dans leurs œuvres respectives. Parmi les déterminants du niveau de production du maïs, on retrouve chez l'ensemble des producteurs, la superficie cultivée et la quantité d'engrais utilisée. Étant donné que dans notre modèle, les coefficients de ces variables représentent les élasticités partielles du niveau de production du maïs, nos résultats indiquent que lorsque l'on augmentera la superficie de 1% d'une part ou la quantité d'engrais dans la même proportion d'autre part, il résulterait, *ceteris paribus*, un accroissement de la production respectivement de 0,58% et de 0,42%. Toutefois un accroissement simultané de ces deux facteurs n'entraînera qu'un accroissement proportionnel de la production du maïs comme le confirme le test de Wald réalisé au seuil de 5% ($F(1 ; 133) = 0,00 ; p = 0,98$). Au niveau du système de culture Coton-Maïs ce sont également les deux facteurs, superficie cultivée et engrais, qui influencent significativement le niveau de production, suggérant que tout accroissement de la superficie de 1% d'une part ou de l'engrais de 1% d'autre part conduirait, *ceteris paribus*, à une augmentation du maïs respectivement de 0,72% et de 0,42%. Malgré cette légère différence c'est l'hypothèse des rendements constants qui est aussi vérifiée comme le montre le test de Wald réalisé au seuil de 5% ($F(1 ; 93) = 0,72 ; p = 0,40$). Ainsi une augmentation simultanée des deux facteurs, superficie et engrais, de 1% n'engendrera pas un accroissement plus que proportionnel de la production du maïs. Dans le système de culture Maïs-Maïs par contre, c'est seul l'engrais qui a une influence positive significative sur le niveau de production. Le résultat indique qu'une augmentation de la quantité d'engrais de 1% occasionnerait, *ceteris paribus*, une augmentation de la production du maïs de 0,58%. Il en ressort que l'hypothèse de rendements décroissants est vérifiée comme le confirme le test de Wald ($F(1 ; 33) = 8,50 ; p = 0,00$). Ainsi l'augmentation résultant de l'accroissement de l'engrais de 1%, n'est que moins proportionnel. Ces effets positifs de la terre et particulièrement de l'engrais mis en évidence dans la présente étude corroborent les résultats obtenus par Onuk *et al.* (2010) et Oladejo & Adetunji (2012) dans leurs travaux sur la production du maïs au Nigeria et ceux de Yabi (2012) relatifs à la culture du riz au Nord du Bénin.

En ce qui concerne la performance économique de la production du maïs, les indicateurs de rentabilité utilisés indiquent que la production du maïs est rentable du point de vue de la marge nette, puisque celle-ci est positive aussi bien pour l'ensemble des producteurs qu'au niveau de chacun des deux systèmes de culture. Cependant il n'existe aucune différence significative entre les marges nettes lorsque passe du système de culture Maïs-Maïs (174 476 F CFA/ha) au système de culture Coton-Maïs (155 107 F CFA/ha) comme le montre le test de comparaison de moyennes ($p = 0,349$). Ce résultat peut être dû au fait que malgré le rendement moyen plus élevé qu'offre le système de culture Maïs-Maïs, c'est également au niveau de ce

même système que le coût de production moyen est le plus élevé. Il ressort de ces résultats que la rentabilité de la production du maïs du point de vue de la marge nette est cependant une réalité confirmant les résultats précédents des travaux de Adégbola *et al.* (2011) sur la production du maïs au Nord-Bénin.

Par rapport au ratio-bénéfice-coût (RBC), la production du maïs est également rentable aussi bien pour l'ensemble des producteurs que pour ceux de chacun des deux systèmes de culture. Ceci indique que chaque Franc investi dans la production du maïs génère un revenu brut plus que proportionnel à un Franc. Mais comme le montre la différence de moyennes des RBC des deux systèmes ($p = 0,000$), l'importance de la rentabilité est relativement plus marquée au niveau du système Maïs-Maïs que dans le système Coton-Maïs. Lorsqu'on s'intéresse au taux de rentabilité interne (TRI), les résultats montrent que la production du maïs est aussi rentable du point de vue de cet indicateur, car il est largement supérieur, aussi bien au niveau de l'ensemble des producteurs qu'au niveau des systèmes de culture, au taux d'intérêt de 12% en vigueur dans la zone d'étude. Ce résultat indique qu'à l'état actuel, le financement de la production du maïs par l'utilisation de crédit est rentable, car elle permet de dégager un niveau de revenu nécessaire pour assurer facilement le remboursement des intérêts liés au crédit. Du fait de la différence significative de moyennes de TRI ($p = 0,000$) entre les deux systèmes, c'est cependant le système Maïs-Maïs qui est le plus rentable. Quant à la productivité moyenne du travail familial (PML), les résultats indiquent que la main d'œuvre familiale est bien rémunérée puisque la PLM est largement supérieure au taux de salaire moyen (1 500 F CFA/Homme-jour) pratiqué dans la zone d'étude. En comparant les deux systèmes de culture, les résultats montrent une différence significative de moyennes ($p = 0,000$) entre la PLM du système Maïs-Maïs (6 341 FCFA/Homme-jour) et celle du système Coton-Maïs (3 314 F CFA/Homme-jour). Malgré cette différence, on peut déduire des résultats que quel que soit le système, les producteurs du maïs enquêtés ont intérêt à se consacrer au travail dans leur propre exploitation plutôt que d'aller vendre leur force de travail hors de leur exploitation dans la zone d'étude.

Lorsqu'on s'intéresse à l'efficacité des producteurs dans l'utilisation des ressources disponibles, les résultats montrent que l'efficacité parfaite n'a été atteinte dans aucun des systèmes de culture puisque dans l'un ou dans l'autre cas plusieurs ressources sont à la fois soit sous-exploitées, soit surexploitées. Ainsi, pendant que dans le système de culture Maïs-Maïs la terre est sous-exploitée, l'engrais, les pesticides et le capital surexploitées, ce sont la terre, la main d'œuvre et les pesticides qui sont sous-exploités, les semences et le capital surexploitées dans le système Coton-Maïs. Au niveau de l'ensemble des producteurs, ce sont les semences, les pesticides et le capital qui sont surexploitées et la terre sous-exploitée. Il ressort de ces résultats que la terre reste la ressource dont l'utilisation n'est optimale dans aucun des cas, suggérant que les producteurs doivent être formés afin d'optimiser l'exploitation de cette ressource et ce faisant améliorer leur production. Des cas similaires de sous-utilisation et de surexploitations des ressources allouées à la production du maïs au Nigeria ont été enregistrés par Onuk *et al.* (2010) dans leurs études. Au regard de tous ces résultats, il est à noter que le système Maïs-Maïs reste le système le plus performant des deux systèmes de culture pratiqués dans la zone d'étude. Ainsi la persistance du système Maïs-Maïs dans la zone d'étude pourrait être attribuée à l'avantage économique qu'offre ce système en termes de rentabilité du point de vue des

différents indicateurs utilisés.

Par rapport aux facteurs influençant le niveau de revenu des producteurs, il ressort de l'étude que pour l'ensemble des producteurs il y a la taille de l'exploitation (1%), le sexe, le type de main d'œuvre, le système de culture et le mode de vente qui sont significatifs chacun au seuil de 5%, et l'âge des producteurs à 10%. Lorsqu'on considère les deux systèmes de culture, ce sont le contact régulier avec un encadreur, l'appartenance à un groupement, et le type de main d'œuvre qui dans le système Maïs-Maïs ont une influence positive significative sur le niveau de revenu respectivement au seuil de 1%, 5% et de 10%. Dans le système Coton-Maïs ce sont par contre la taille de l'exploitation, significative au seuil de 1%, le sexe, l'âge des producteurs, le type de main d'œuvre, et le mode de vente avec une influence positive significative, respectivement au seuil de 5%, et le nombre d'années d'expérience dans l'utilisation des intrants chimiques avec une influence négative significative au seuil de 5%. L'analyse de ces résultats montrent qu'une augmentation de la taille de l'exploitation de 1% induirait, *ceteris paribus*, un accroissement du revenu de 0,74% et de 0,88% respectivement pour l'ensemble des producteurs et pour ceux du système Coton-Maïs. Quant à l'âge des producteurs, les résultats révèlent que plus les producteurs sont âgés, plus ils deviennent performants dans la réalisation du revenu issu de la production du maïs et ceci est valable aussi bien pour l'ensemble des producteurs que pour ceux du système Coton-Maïs en particulier. Cette influence de l'âge sur le niveau de revenu des producteurs concorde avec les résultats obtenus par Meraner *et al.* (2015) et Degla *et al.* (2016) dans leurs études respectives. Dans le même système Coton-Maïs il apparaît que lorsque la taille du ménage en termes de nombre d'actifs augmente, le niveau de revenu croît aussi, étant donné qu'il s'agit d'une agriculture de type familial où la main d'œuvre familiale joue un rôle prépondérant. Mais il faut cependant reconnaître que lorsque passe d'une exploitation basée prioritairement sur l'utilisation de la main d'œuvre familiale à celle utilisant prioritairement la main d'œuvre salariée, le revenu croît. En s'appuyant sur Gujarati (2004), cet accroissement est de l'ordre de 47,70% [=100*(e^{+0,39} - 1)] pour l'ensemble des producteurs et de 55,27% [=100*(e^{+0,44} - 1)] pour ceux du système Coton-Maïs. De la même façon lorsqu'on passe du mode de vente non échelonnée à celui de la vente échelonnée, le niveau de revenu est susceptible de croître de 109,59% [=100*(e^{+0,74} - 1)] chez l'ensemble des producteurs et de 141,09% [=100*(e^{+0,88} - 1)] chez les producteurs du système Coton-Maïs. Ce résultat met en évidence l'avantage comparatif de la vente échelonnée par rapport au bradage des récoltes. En effet, la vente échelonnée permet au producteur de jouir des prix de vente plus élevés au fur et à mesure qu'il s'éloigne de la période juste après la récolte (période d'abondance). Tout comme le système de culture chez l'ensemble des producteurs, l'expérience dans l'utilisation des intrants chimiques des producteurs du système Coton-Maïs exerce contre toute attente une influence négative significative sur le niveau de leur revenu. Ainsi lorsqu'on passe du système de culture Maïs-Maïs au système de culture Coton-Maïs, le revenu est susceptible de diminuer de 38,74% [=100*(e^{-0,49} - 1)] chez l'ensemble des producteurs. Fort de leur expérience dans l'utilisation des intrants surtout dans le système Coton-Maïs où ces inputs sont systématiquement appliqués pour la production du coton, la plupart des producteurs misent sûrement dans la rotation Coton-Maïs sur l'arrière-effet de ces intrants notamment l'engrais sur le maïs en négligeant les doses d'engrais requises pour le maïs, ce qui pourrait expliquer la différence de

rendement et par conséquent de revenu réalisé par ces producteurs par rapport à leurs homologues du système Maïs-Maïs.

Lorsqu'on considère le système Maïs-Maïs l'influence négative de l'appartenance à un groupement au seuil de 5% indique que lorsque dans ce système on passe des producteurs non membres d'un groupement villageois à ceux appartenant à un groupement, le revenu est susceptible de décroître de 57,68% [=100*(e^{-0,86} - 1)], sûrement parce que la plupart de ceux qui ont réalisé des revenus relativement élevés sont ceux qui bénéficient d'un encadrement régulier et qui de ce fait ne jugent plus de l'opportunité de s'affilier à une quelconque association paysanne. Et justement lorsque passe des producteurs n'ayant pas de contact régulier avec un encadreur à ceux bénéficiant d'un appui technique le revenu est susceptible de croître de 375,88% [=100*(e^{+1,56} - 1)]. Ce résultat qui met en évidence l'importance de l'appui technique dans la performance des producteurs renforce les observations faites par Demeke (2003), Meraner *et al.* (2015) et Degla *et al.* (2016) dans leurs études respectives. Dans une perspective d'amélioration des conditions de vie des populations de la zone d'étude, la prise en compte de ces différents résultats dans les programmes de vulgarisation contribuerait sans aucun doute à renforcer la capacité des producteurs à optimiser l'utilisation de leurs ressources et à mieux rentabiliser leur production.

4. Conclusion

L'analyse des systèmes Maïs-Maïs et Coton-Maïs à travers la fonction de production de Cobb-Douglas révèle que la quantité d'engrais utilisée est le principal déterminant du niveau de production du système Maïs-Maïs pendant que dans le système Coton-Maïs la superficie cultivée et la quantité d'engrais utilisées s'avèrent comme étant les principaux facteurs dont dépend significativement le niveau de production. Mais pour l'ensemble des producteurs des deux systèmes, c'est seule la superficie cultivée qui est l'élément déterminant. En ce qui concerne la performance économique des producteurs, la production du maïs dans les deux systèmes est économiquement et financièrement rentable tant du point de vue de la marge nette, du ratio bénéfice coût, du taux de rentabilité interne que de la productivité moyenne de la main d'œuvre familiale. Mais en dehors de la marge nette, les différences de moyenne entre les autres indicateurs de performance économique des deux systèmes de culture sont significatives, donnant ainsi l'avantage comparatif au système de culture Maïs-Maïs. Cet avantage économique pourrait expliquer la persistance du système Maïs-Maïs dans la zone d'étude.

Dans l'utilisation des ressources disponibles, l'efficacité parfaite n'est observée dans aucun des systèmes. Le niveau de revenu réalisé par les producteurs du système Maïs-Maïs est influencé significativement par le contact régulier avec le service de vulgarisation, l'appartenance des producteurs à un groupement villageois et par le type de main d'œuvre utilisé dans la production. Quant au système Coton-Maïs, les principaux déterminants du niveau de revenu sont par contre le sexe, l'âge du producteur, le nombre d'actifs du ménage, la taille de l'exploitation, le nombre d'années d'expérience dans l'utilisation des intrants chimiques, le type de main d'œuvre et le mode de vente de la récolte. Toute politique agricole qui prendra en compte les facteurs influençant aussi bien le niveau de production que celui du revenu atteint et qui impliquerait aussi la formation des producteurs dans l'utilisation optimale des ressources disponibles permettra d'améliorer la production du maïs et ce faisant le niveau de vie des populations rurales au Nord-Bénin.

5. Références bibliographiques

- Adams J. (1986). Peasant rationality: Individuals, groups, cultures, *World Development*, vol. 14, Issue 2, February 1986, pp. 273-282, doi.org/10.1016/0305-750X(86)90059-8
- Adégbola P.Y., Aloukoutou A., Diallo B. (2011). Analyse de la compétitivité du maïs local au Bénin, PRESAO, Michigan State University, N° 1-2011-12
- Adifon S.F.F. (2009). Analyse des déterminants de la faible productivité du maïs à Agadjaligbo dans la commune de Zogbodomey, Mémoire de Licence professionnelle, Université d'Abomey-Calavi (UAC/Bénin)
- Albrecht H. (2003). Suitability of arable weeds as indicator organisms to evaluate species conservation effects of management in agricultural ecosystems. *Agric. Ecosyst. Environ.* 98, p. 201-211
- Audibert M. (1997). Technical inefficiency effects among paddy farmers in the villages of the office du Niger, Mali, West Africa. In: *Journal of Productivity Analysis* 8: 379-394.
- Berti F., Lebailly P. (2009). L'agriculture familiale africaine au cœur des Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD), Unité d'Economie et Développement rural, Gembloux Agro-Bio Tech – Université de Liège
- Biaou B.A. (2010). Analyse de la rentabilité économique et financière de la production du soja dans les communes de Savè et de Ouèssè, Thèse d'Ingénieur Agronome, FA/UP, Parakou, Bénin 85 p.
- Boller EF., Malavolta C., Jörg E. (1997). Guidelines for integrated production of arable crops in Europe. IOBC, Technical Guideline III. *Bull. OILB srop* 20 (5), p. 5-19.
- Bravo-Ureta B.E., Pinheiro A.E. (1997). Technical, economic and allocative efficiency in peasant farming: evidence from Dominican Republic. In: *The Developing Economics XXXV-1* (March 1997): 48-67.
- Choukou M.M., Zannou A., Biaou G., Ahohuendo B. (2017). Analyse de l'efficacité économique d'allocation des ressources dans la production du maïs au Kanem-Tchad. *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.* (2017) 5 (2):200-209
- CIRAD (2014) Agriculture familiale. Valorisation et Innovation en Partenariat. (VIP) Février 2014#25, 2014, www.cirad.fr/innovation-expertise, (18.02.2019).
- Coelli T., Prasada Rao D.S., and Battese G.E. (2001). *An introduction to efficiency and productivity analysis*. Kluwer Academic Publishers, Boston, USA.
- Dalton G. (1961). Economic theory and Primitive Society, *American Anthropologist*, Vol. 63, Issue 1, February 1961, p. 1-25, DOI: 10.1525/aa.1961.63.1.02a00010
- Debertin D.L. (2012). *Agricultural Production Economics*, 2nd Ed., (pp.413) Macmillan Publishing Company, Upper Saddle River, N.J., USA
- Degla K.P. (2012a). Transaction Costs in the Trading System of Cashew Nuts in the North of Benin: A Field Study *American Journal of Economics and Sociology*, Volume 71, Issue 2, DOI: 10.1111/j.1536-7150.2012.00830.x, pp. 277-297.
- Degla K.P. (2012b). Rentabilité économique et financière des exploitations cotonnières basées sur la gestion intégrée de la fertilité des sols et des ravageurs au Nord-Bénin. BRAB, Numéro spécial, Septembre 2012. ISSN 1840-7099, pp 26-35
- Degla K.P., Tomavo D.M.E., Badou G. (2016). Gender based analysis of income diversification as a strategy for poverty reduction in Central Benin (West Africa), *int. J. Adv. Res.* 4(9). 840-854, ISSN: 2320-5407
- De Janvry, Fafchamps, Sadoulet (1991). Peasant household behaviour with missing markets: some paradoxes explained, *The economic journal*, 101, November, pp. 1400-1417
- Demeke A.B. (2003). Factors influencing the adoption of soil conservation Practices in Northwestern Ethiopia. *Diskussionspapiere*, No. 37. IRE, Göttingen, 73 p.
- Dendoncker N., Van Wesemael B., Rounsevell MDA., Roelandt C., Letens S. (2004). Belgium's CO2 mitigation potential under improved cropland management. *Agric. Ecosyst. Environ.* 103, p. 101-116.
- Ellis F. (1993). *Peasants Economics : Farm Households and Agrarian Development*, Second Edition, Cambridge University Press, 309 p.
- Fanou L. (2008). Rentabilité financière et économique des systèmes de production maraichers au Sud-Bénin : une application de la Matrice d'Analyse des Politiques. Thèse d'Ingénieur Agronome, FSA/UAC, Abomey Calavi, 80 p.
- FAO (2014). En quoi l'agriculture familiale est-elle importante ? (pp. 2), 2014, www.fao.org/family-farming-2014/fr/, (18.07.2019).
- Gerowitt B. (2003). Development and control of weeds in arable farming systems. *Agric. Ecosyst. Environ.* 98, p. 247-254.
- Gujarati D.N. (2004). *Basic Econometrics*, 4th ed. The McGraw Hill Companies, New York.
- Habib R. (2003). La production intégrée, une exigence de qualité pour l'agriculture. INRA. <http://www.inra.fr/presse/juin03/nb3.html>. (12/11/2007)
- Hamza MA., Anderson WK. (2005). Soil compaction in cropping systems. A review of the nature, causes and possible solutions. *Soil Tillage Res.* 82, p. 121-145.
- He Yong (1994). « Economie Néo-institutionnelle et Développement – une analyse synthétique », *Revue d'Economie du Développement*, N° 4, pp 1-34
- Houndékon V. A., (1996). Analyse économique des systèmes de production du riz dans le Nord-Bénin. Thèse de Doctorat de troisième cycle en Sciences économiques. FASEG/ Côte d'Ivoire, 160 p.
- Ibro M., Bokar M. Alio K. Nouhoheflin T. (2002). Analyse Coût-bénéfice des Technologies du Niébé : Une Application de la Matrice d'Analyse des Politiques (MAP). Communication à la conférence annuelle de l'Association Africaine d'Evaluation, Nairobi, 10-14 Juin 2002. ReNSE. www.ird.ne/reNSE (30.06.2012), 20 p.
- Kay D.R., Edwards W.M., Duffy P.A. (2008). *Farm management*, 6th edition, McGraw Hill, 468 p.
- Kotobiodjo N.M. (2016). Effets du mode d'accès à la terre sur la productivité du maïs dans le sud-Bénin : cas de la commune de Zogbodomey, Mémoire de Licence professionnelle, FA/UP, Bénin

- Leteinturier B., Tychon B., Oger R. (2007). Diagnostic agromique et agro-environnemental des successions culturales en Wallonie (Belgique). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ* 2007 II (1), 27-38
- MAEP (Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche), (2008). Approche Nouvelle pour la Réforme Globale de la Filière Coton au Bénin, Cotonou, Bénin, 16 p.
- Mensah E.R. (2006). Etude de la viabilité des exploitations au-lacodicoles au Bénin : Détection précoce des élevages à risque. Mémoire de 3ème Cycle, ENA, Meknès/Maroc, 186 p.
- Meraner M., Heijman W., Kuhlman T., Finger R. (2015). Determinants of farm diversification in the Netherlands, *Land Use Policy* 42 (2015) 767–780.
- Oladejo J.A., Adetunji M.O. (2012). Economic analysis of maize (*Zea mays* L.) production in Oyo state of Nigeria, *Agricultural Science Research Journals*, Vol. 2(2) pp. 77-83, February 2012, ISSN-L: 2026-6073
- Onuk, E.G., Ogara L.M., Yahaya H. Nannim N. (2010). Economic analysis of maize production in Mangu Local Government Area of Plateau State, Nigeria, *PAT* 2010, 6(1): 1-11: ISSN: 0794-5213
- PAM (2014). Analyse globale de la vulnérabilité et de la Sécurité Alimentaire. (AGVSA) (pp. 146). 2014, <http://www.wfp.org/food-security/>, (16.08.2018)
- Polanyi K. (1944). *La grande transformation, Aux origines politiques et économiques de notre temps*, Gallimard, (1944)
- Romer D. (2001). *Advanced Macroeconomics*. Shanghai University of Finance & Economics Press, pp. 5–17.
- Tewodros A.K. (2001). *Farm household Technical Efficiency: A Stochastic Frontier Analysis. A study of rice producers in Mardi Watershed in the western development region of Nepal*. Master Thesis. Agricultural University of Norway, Norway.
- Toulmin, C., Guèye G. (2003). *L'agriculture familiale en Afrique de l'Ouest : concepts et enjeux actuels*, 2003, www.csabe.org/spip.php?article416, (18.08.2018).
- Wolff E. N. (1997). *The Economics of Productivity*, Cheltenham, E. Elgar Publishing Limited.
- World Bank. (2013). *Poverty in the World*. Retrieved December 1, 2013, from <http://go.worldbank.org/VL-7N3V6F20>
- Yabi A. J. (2009). Efficiency in rice production: Evidence from Gogounou District in the North of Benin. *Annales des Sciences Agronomiques* (12) 2 : 61-75. FSA-UAC. Abomey-Calavi, Bénin.
- Yabi A. J. Ouinsavi C. Sokpon N. (2009). Facteurs d'efficacité technico-économique de transformation du karité en beurre au Nord-Benin. *Ann. Univ. Lomé, série sc. Eco. Et gest.*, 2009, Volume III : 23-44
- Yabi J.A., Tovignan D.S., Yegbemey R.N. (2012). Analyse économique de la production rizicole dans la commune de Malanville au Nord – Est du Bénin, *Annales de l'Université Abdou Moumouni*, Tome XIII-A, pp. 32-41, 2012
- Yegbemey R.N. (2009). *Analyse économique des exploitations rizicoles de la Commune de Malanville*, Thèse d'Ingénieur Agronome, FA/UP, Parakou, Bénin, 62 p.