

# EFFETS DES SYSTEMES AGROPASTORAUX SUR LA RENTABILITE FINANCIERE DE LA PRODUCTION DU MAÏS AU NORD DU BENIN

C. L. HINNOU<sup>1\*</sup>, O.-C. DJAWAD KOSSOKO<sup>2</sup>, A. S. ADEKAMBI<sup>3</sup>, V. D. AGBOTRIDJA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centre de Recherches Agricoles Centre (CRA-Centre) / Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), 01 BP 884 Cotonou, Tél. (+229) 97 73 89 04, Cotonou –Bénin. E-mail. hicoll77@yahoo.fr

<sup>2</sup>Groupe d'Expertise en Recherche et Développement Intégré (GERDI), 02 BP 833 Porto-Novo, Tél. (+229) 96 95 84 23, Cotonou - Bénin E-mail. djkossoko@gmail.com

<sup>3</sup>Institut Universitaire de Technologie (IUT), Centre de Recherche en Entrepreneuriat-Création et Innovation (CRECI) et Laboratoire de Recherche en Dynamique Economie et Sociale (LARDES-UP), Université de Parakou, Bénin, BP 123, Parakou, Tél. (+229) 97 57 78 57, E-mail. adeksoul@gmail.com

<sup>2</sup>Groupe d'Expertise en Recherche et Développement Intégré (GERDI), 02 BP 833 Porto-Novo, Tél. (+229) 67 80 82 93, Cotonou - Bénin E-mail. agbotridja@gmail.com

\* Auteur correspondant : Email: hicoll77@yahoo.fr Tel: (+229) 97 73 89 04

## RESUME

Le présent article a analysé la rentabilité financière des systèmes agropastoraux (SAP) dans la production du maïs au Nord-Bénin. L'analyse des données collectées auprès de 772 exploitations agricoles productrices de maïs a permis de distinguer huit systèmes de production. Les systèmes agropastoraux à option unique étaient constitués du parage des animaux (SAP1), des engrais chimiques (SAP2) et des engrais organiques (SAP3). Les systèmes agropastoraux à option double étaient relatifs au parage des animaux combiné aux engrais chimiques (SAP4), aux engrais organiques (SAP5) et à l'utilisation simultanée des engrais organiques et chimiques (SAP6). Quant aux systèmes agropastoraux à option triple, ils faisaient recours au parage des animaux combiné simultanément aux engrais organiques et chimiques (SAP7). Enfin, la production du maïs basée sur la rotation avec une légumineuse comme précédent cultural et sans apports d'engrais (ni minéral, ni organique) était le système agropastoral de référence (SAP8). Le système de culture à option triple (SAP7) était le plus rentable financièrement et était évalué moyennement à 125 185 FCFA/ha. Tandis que le système traditionnel de culture (SAP8) estimé à 36 365 FCFA/ha était le moins rentable. Aussi, les analyses de déterminants confirment-elles que le système à option triple influençait significativement le niveau de rentabilité financière des exploitations productrices du maïs au nord du Bénin. Il en ressort que la politique agricole doit encourager les interactions entre les agriculteurs et les éleveurs pour une meilleure adoption des systèmes agropastoraux innovants pour améliorer la performance des exploitations agricoles.

**Mot clés :** systèmes agropastoraux, rentabilité, déterminant, maïs, Nord-Bénin

## ABSTRACT

### **EFFECTS OF AGRO-PASTORAL SYSTEMS ON THE FINANCIAL PROFITABILITY OF MAIZE PRODUCTION IN THE NORTHERN OF BENIN**

*This article analyzes the financial profitability of agro-pastoral systems (SAP) in maize production in North Benin using farm-level data collected from a sample of 772 farms in four maize-producing departments selected based on a multistage sampling technique. The study identified eight production systems, including single, dual and triple SAP options. The single SAP options consisted of the parking of animals on their plots (SAP1), chemical fertilizers (SAP2) and organic fertilizers (SAP3). The dual SAP options are made of the parking of animals on plots combined with chemical fertilizers (SAP4), parking of animals on plots associated with organic fertilizers (SAP5) and the simultaneous use of organic and chemical fertilizers (SAP6). As for the triple SAP option, farmers made use the parking*

of animals on their plots combined simultaneously with organic and chemical fertilizers (SAP7). Finally, maize production based solely on crop rotation and the use of legumes as previous crops (SAP8) was the reference SAP. The gross margin analysis showed that the triple SAP option was the most financially profitable (with a gross margin was evaluated on average at 125 185 FCFA per hectare), while the reference SAP based solely on crop rotation and the use of legumes as previous crops was the least profitable (36 365 FCFA per hectare). Furthermore, the determinants analysis confirmed that financial profitability level of maize-producing farms in northern Benin is also significantly influenced by the adoption of the triple SAP option. It emerges that agricultural policy must encourage interactions between farmers and breeders for a better adoption of innovative agro-pastoral systems to improve the performance of farms.

**Key words:** agropastoral systems, profitability, determinants, maize, North of Benin

## INTRODUCTION

Le secteur agricole béninois revêt une importance capitale pour l'économie puisqu'il contribue à 23 % à la formation du Produit Intérieur Brut (PIB), occupe environ 70 % de la population active et fournit 75 % des recettes d'exportation et 15 % des recettes de l'Etat (INSAE, 2016). Toutefois, ce secteur reste caractérisé par la prédominance de petites et moyennes exploitations agricoles de type traditionnel (FAO, 2014) qui assurent à elles seules plus de 95 % de la production agricole nationale (PNUD, 2015). En revanche, ces exploitations connaissent des mutations du fait de la rareté des terres cultivables et la dégradation de la fertilité des sols liées à l'augmentation rapide de la population rurale. Ce qui bouleverse les habitudes et les modes de production agricole traditionnels (Faure, 2005). Il en résulte donc une différenciation accrue entre les différentes catégories d'exploitations, une forte concurrence pour l'accès au foncier, une extension des superficies cultivées, une charge pastorale relativement importante (Soukaradji *et al.*, 2017).

Ainsi, la pression foncière contraint les agriculteurs à recourir aux mêmes champs déjà réduits en taille pour la production. De ce fait, l'augmentation de la production agricole est sujette à une amélioration de la productivité agricole, laquelle n'est possible que par l'adoption des technologies de restauration de la fertilité et de conservation des sols (Jayne *et al.*, 2006). Cependant, la durabilité de l'amélioration de la productivité dépend significativement du mécanisme de restauration de la fertilité et de gestion de la conservation des sols (Smaling *et al.*, 1997; Scherr, 1999; Pender *et al.*, 2001). Il s'en suit que l'apport de substances organiques tels que les engrais organiques, les résidus de récolte ou différents types de composts (Weber *et al.*, 2007) est l'une des stratégies efficaces pour la restauration des

sols notamment ferrallitiques pauvres en azote et en phosphore (Koné *et al.*, 2009). Aussi, face aux difficultés d'accès aux fonciers et aux intrants, la suppression des jachères ou la réduction de leur durée, l'utilisation des fumures organiques reste-elle une alternative ? C'est pourquoi, la fumure organique dont l'application fournit des éléments nutritifs aux plantes en améliorant la structure du sol est de plus en plus promue (Ullah *et al.*, 2008). Mais, les difficultés de transport des engrais organiques (bourses d'animaux) conduisent parfois les producteurs à penser à un parçage sur le champ. Dès lors, le renforcement de l'intégration entre l'agriculture et l'élevage, est considéré comme une stratégie majeure mise en œuvre pour consolider la productivité et la durabilité de leurs systèmes de production (Vall *et al.*, 2012 et 2014). Avec de telles techniques, les résidus de récolte peuvent servir à la production de fourrage pour les animaux d'une part, et la production de fumier et de compost qui en résulte permet d'améliorer la fertilité des champs, d'autre part (Coly *et al.*, 2011).

La présente étude vise à répondre à la question de savoir les systèmes agropastoraux qui sont financièrement et économiquement rentables pour les unités de production du maïs au nord du Bénin et l'option de système agropastoraux en termes de combinaison à recommander aux exploitants agricoles.

## MATERIEL ET METHODE

### AIRE DE L'ETUDE ET ECHANTILLONNAGE

L'étude a été conduite dans la zone septentrionale au Bénin qui est caractérisée par une dominance des systèmes de production basés sur une interaction agriculture et élevage. Dans cette zone, on y rencontre des sols tropicaux ferrugineux avec une forte proportion de sols profonds et peu concrétisés et des sols

à texture légère. L'enquête a été réalisée auprès de 772 exploitations agricoles produisant le maïs répartis dans 155 villages. Ces villages ont été sélectionnés sur la base de l'importance en volume de production de maïs et surtout de la pratique des systèmes agropastoraux et de leur accessibilité. En effet, des discussions avaient eu lieu lors de la phase exploratoire avec les conseillers et cadres des Directions Départementales de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche (DDAEP) (ex-Centre d'Action Régional pour le Développement Rural - CARDER) pour identifier les villages de production de maïs intégrant les différents systèmes agropastoraux.

#### DONNEES, METHODES DE COLLECTE ET D'ANALYSE

Les informations collectées dans le cadre de cette étude sont relatives aux caractéristiques sociodémographiques des exploitants agricoles, les pratiques de gestion de la fertilité des sols, les prix et les quantités des intrants de production du maïs et les extrants. Ces données ont été collectées à travers des entretiens individuels à l'aide d'un questionnaire structuré.

La statistique descriptive a été utilisée pour calculer la fréquence, la moyenne, l'écart-type des différents facteurs socio-économiques au moyen du logiciel SPSS 20. La Marge Brute (MB), exprimée en FCFA/ha, est calculée en

déduisant du produit brut, les coûts variables à l'hectare. Les Coûts variables (CV) ou Coûts directs désignent les charges de production qui sont fonction de la quantité totale produite. Dans le domaine agricole, ces coûts sont représentés par les charges liées aux intrants agricoles (semences, engrais, insecticides, herbicide, etc.), à la main-d'œuvre et aux autres charges qui sont fonction de la quantité produite (location de la terre). La Marge Brute est calculée par la formule suivante :

$$MB_i = PB_i - CV_i(1)$$

Afin d'analyser les déterminants de la rentabilité financière, le modèle d'analyse a été spécifié. Du fait que la variable dépendante est une variable numérique continue, la méthode des régressions linéaires multiples a été retenue pour identifier les déterminants de la rentabilité financière du maïs au Nord-Bénin (Sale *et al.*, 2014 ; Aïhounon *et al.*, 2016). Ainsi, les caractéristiques socio-démographiques et les pratiques de restauration de la fertilité des sols ont été identifiées comme des facteurs qui influenceraient le niveau de rentabilité financière des producteurs (Labiya *et al.*, 2018). En s'inspirant de Kpenavoun *et al.* (2018), le modèle empirique d'analyse des déterminants de la rentabilité financière des systèmes agropastoraux est donné par :

$$MB_i = \alpha_0 + \alpha_1 SAP + \alpha_2 ACTIAG + \alpha_3 \text{sexe1} + \alpha_4 \text{leguprecul} + \alpha_5 \text{rota} + \alpha_6 \text{jach} + \alpha_7 \text{accredit} + \alpha_8 \text{Aplhab} + \alpha_9 \text{gpagric} + \alpha_{10} \text{Erreur} \quad (2)$$

Toutes les variables explicatives introduites dans le modèle sont décrites dans le Tableau 1.

**Tableau 1** : Variables explicatives incluses dans le modèle de régression.*Explanatory variables included in the regression model.*

Variabes	Codes	Modalités	Signes attendus
Parcage des animaux	SAP1	0=non, 1=oui	+
Engrais organique	SAP3	0=non, 1=oui	-
Engrais chimique	SAP2	0=non, 1=oui	+/-
Parcage des animaux et engrais chimique	SAP4	0=non, 1=oui	+
Parcage des animaux et engrais organique	SAP5	0=non, 1=oui	+
Engrais chimique et engrais organique	SAP6	0=non, 1=oui	+
Parcage des animaux et engrais organique et chimique	SAP7	0=non, 1=oui	+
Ni parcage des animaux, ni engrais organique et ni engrais chimique mais pratique la rotation et légumineuse comme précédent cultural	SAP8	0=non, 1=oui	+/-
Actifs agricole dans l'exploitation agricole	ACTIAG	0=non, 1=oui	+
Sexe du chef d'exploitation	sexe 1	1=Masculin 2=Féminin	+/-
Légumineuse comme précédent cultural	leguprecul	0=non, 1=oui	+
Rotation	rota	0=non, 1=oui	+
Jachère	Jach	0=non, 1=oui	+
Accès aux crédits	accredit	0=non, 1=oui	+
Alphabétisation	Alphab	0=non, 1=oui	+/-
Appartenance à un groupement	gpagrigo	0=non, 1=oui	+/-

Les  $\alpha \pm$  représentent les coefficients à estimer. Ils donnent l'impact de la variation d'une unité des variables auxquelles ils sont respectivement associés sur la marge brute des exploitations agricoles.

## RESULTATS

### CARACTERISTIQUES SOCIO-ECONOMIQUES DES EXPLOITANTS AGRICOLES

Les chefs d'exploitation enquêtés en majorité

des hommes (environ 78 %) sont en moyenne âgés de 47 ans et très peu alphabétisés (Tableau 2). Près de la moitié des chefs d'exploitations a reçu une éducation formelle. Le nombre moyen d'actifs agricoles correspondant à la main d'œuvre est de  $4 \pm 2,58$ . Cette main d'œuvre est plus faible au niveau des exploitations ayant adopté le SAP1 ( $2,11 \pm 0,33$ ) et plus élevé au niveau de celles pratiquant le SAP7 ( $9,62 \pm 0,82$ ). En moyenne, 47 % des chefs d'exploitations appartiennent à une organisation paysanne et seulement 26 % ont accès au crédit.

**Tableau 2** : Caractéristiques socio-économiques des exploitants agricoles.  
*Socio-economic characteristics of farmers.*

Variables	Ensemble	Systèmes agropastoraux (SAP)							
		SAP1	SAP2	SAP3	SAP4	SAP5	SAP6	SAP7	SAP8
Age moyen du chef d'exploitation (an)	(47,23 ± 12,194)	(39,70 ± 11,94)	(47,34 ± 12,09)	(46,20 ± 10,46)	(46,30 ± 12,17)	(45,76 ± 9,91)	(47,46 ± 12,65)	(51,17 ± 13,29)	(47,74 ± 12,33)
Actifs agricole de	(4,27 ± 2,58)	(2,11 ± 0,33)	(3,22 ± 2,12)	(3,2 ± 2,30)	(6,45 ± 1,11)	(4,41 ± 0,51)	(4,88 ± 0,62)	(9,62 ± 0,82)	(4,99 ± 2,82)
Sexe	600	8	203	7	86	14	35	8	118
Masculin	172	9	107	3	4	3	8	21	30
Féminin	391	10	215	3	44	11	23	8	77
Education	381	7	203	7	46	6	20	21	71
Oui	222	6	143	4	32	7	15	7	8
Non	550	11	275	6	58	10	28	29	140
Appartenance à un groupement	365	12	231	8	59	6	26	17	6
Oui	407	5	187	2	31	11	17	12	142
Non	201	7	132	5	28	3	11	11	4
Accès aux crédits	571	10	286	5	62	14	32	18	144

**Source** : Résultats d'analyse de données d'enquêtes, 2018.

Parcage des animaux (SAP1), engrais chimiques (SAP2), engrais organiques (SAP3), parcage des animaux combiné aux engrais chimiques (SAP4), parcage des animaux associé aux engrais organiques (SAP5), engrais organiques et chimiques (SAP6), parcage des animaux combiné simultanément aux engrais organiques et chimiques (SAP7) et production du maïs sans parcage des animaux, sans engrais organiques et chimique (SAP8) maïs pratique la rotation et légumineuse comme précédent cultural.

## STRUCTURE DES COÛTS DE PRODUCTION

Les coûts variables de production diffèrent selon les systèmes agropastoraux (Tableau 3). Les coûts variables les plus élevés sont observés au niveau du SAP5. Cela serait dû au coût de la main-d'œuvre occasionnelle importante utilisée dans la production. En effet, les coûts de la main-d'œuvre ( $82181,81 \pm 173490,28$  FCFA/ha) utilisé au niveau du SAP5 représentent près de 64% des coûts variables. Quant aux coûts variables les plus faibles, ils sont observés au niveau du SAP3. Il s'agit des exploitants qui font uniquement usage des engrais organiques dans

leur production, ce qui amoindrit les coûts variables de leur production. Ainsi, la valorisation de la main-d'œuvre occasionnelle observée au niveau du SAP5 est l'effet de l'utilisation des engrais organiques qui fait appel à la main-d'œuvre surtout dans la collecte et le transport à la différence du SAP3.

Par ailleurs, le coût moyen unitaire de production des systèmes agropastoraux à option unique est plus faible (63 304 FCFA/ha) que les systèmes à option triple (108 445 FCFA/ha) et l'est davantage par rapport aux systèmes à option double (118 313 FCFA/ha).

**Tableau 3** : Structure des coûts de production (FCFA/ha).  
*Structure of production costs (FCFA/ha).*

Structure	Systèmes agropastoraux								
	Ensemble	SAP1	SAP2	SAP3	SAP4	SAP5	SAP6	SAP7	SAP8
Semence	(5 089 ± 7 335)	(4 693 ± 3 259)	(4 915 ± 7 855)	(4 138 ± 3 400)	(5 699 ± 7 367)	(8 163 ± 10 982)	(4 630 ± 4 701)	(4 535 ± 5 986)	(5 212 ± 6 680)
Herbicides	(10 665 ± 14 665)	(12 971 ± 10 301)	(9 712 ± 14 124)	(3 693 ± 12)	(11 008 ± 12 238)	(11 220 ± 9 774)	(7 569 ± 7 551)	(10 905 ± 16 701)	(10 984 ± 19 245)
Engrais NPK	(34 020 ± 58 610)	0	(43 131 ± 61 260)	0	(55 601 ± 76 679)	0	(46 228 ± 68 042)	(42 837 ± 45 668)	0
Engrais Urée	(16 177 ± 31 382)	0	(19 913 ± 32 932)	0	(28 123 ± 41 619)	0	(22 273 ± 37 687)	(23 338 ± 27 545)	0
Engrais organique	(9 381 ± 5 619)	0	0	(552 ± 7 158)	0	(10 010 ± 13 362)	(9 273 ± 18 785)	(3 440 ± 5 449)	0
Main-d'oeuvre familiale	(10 772 ± 14 977)	(17 097 ± 20 743)	(9 701 ± 12 679)	(13 232 ± 13 170)	(11 935 ± 22 366)	(16 844 ± 17 566)	(10 232 ± 12 273)	(10 169 ± 9 991)	(11 774 ± 15 810)
Main-d'oeuvre occasionnelle	(13 390 ± 40 977)	(12 134 ± 25 781)	(10 662 ± 25 356)	(18 328 ± 25 334)	(10 001 ± 18 292)	(82 182 ± 173 490)	(3 951 ± 7 486)	(13 220 ± 31 075)	(17 841 ± 48 118)
Coût total (F CFA/ha)	(90 447 ± 10 518)	(46 895 ± 44 450)	(98 034 ± 105 658)	(44 983 ± 31 360)	(122 365 ± 129 625)	(128 419 ± 169 994)	(104 156 ± 115 382)	(108 445 ± 95 104)	(45 811 ± 61 611)

**Source** : Résultats d'analyse de données d'enquêtes, 2018.

## MARGE BRUTE DE LA PRODUCTION

des différents systèmes agropastoraux sont présentés dans le tableau 4.

Les résultats de l'estimation de la marge brute

**Tableau 4** : Rentabilité financière des SAP.

*Financial profitability of SAP.*

Système agropastoraux	Produit Brut F CFA/ha	Coûts Variables F CFA/ha	Marge Brute F CFA/ha
Ensemble	(168 351 ± 112 384)	(90 447 ± 105 180)	(77 904 ± 24 788)
SAP1	(131 783 ± 44 454)	(46 895 ± 44 450)	(84 888 ± 52)
SAP2	(180 220 ± 105 658)	(98 034 ± 105 658)	(82 185 ± 0,33)
SAP3	(127 484 ± 31 360)	(44 983 ± 31 360)	(82 501 ± 0,15)
SAP4	(221 816 ± 129 625)	(122 365 ± 129 625)	(99 750 ± 0,20)
SAP5	(222 169 ± 169 993)	(128 419 ± 169 994)	(93 750 ± 0,55)
SAP6	(196 333 ± 115 382)	(104 156 ± 115 382)	(92 750 ± 0,20)
SAP7	(233 629 ± 105 416)	(108 445 ± 95 104)	(125 185 ± 45 839)
SAP8	(82 175 ± 61 324)	(45 811 ± 61 611)	(36 365 ± 1 468)

**Source** : Résultats d'analyse de données d'enquêtes, 2018.

Toutes les marges brutes étaient positives traduisant que tous les SAP en lien avec la production de maïs sont financièrement rentables. Dans l'ensemble, la marge brute était d'environ  $78\,000 \pm 24\,788$  FCFA/ha. Le parage des animaux combiné simultanément aux engrais organiques et chimiques (SAP7) était le plus rentable financièrement ( $125\,185 \pm 45\,839$  FCFA/ha). Il s'en suit que le parage des animaux et les engrais organiques et chimiques ont une fonction multiple d'amélioration de la performance technique de l'exploitant agricole et de la fertilité des sols. Les exploitations qui produisent du maïs avec légumineuse comme précédent cultural sans parage des animaux et sans engrais (SAP8) avaient la rentabilité la plus faible ( $36\,365 \pm 1\,468$  FCFA/ha). Traditionnellement, cette rotation culturale ne permettait pas de restaurer efficacement la fertilité des sols bien que les légumineuses soient considérées comme des meilleurs fertilisants du sol. Aussi, les exploitations qui pratiquaient le parage des animaux uniquement (SAP1) avaient une rentabilité ( $84\,888 \pm 52$  FCFA/ha) supérieure à celles qui utilisaient les engrais chimiques (SAP2) ( $82\,185 \pm 0,33$  FCFA/ha). Cela s'explique par les coûts d'acquisition des engrais chimiques élevés par rapport aux coûts marginaux de parage des animaux.

Par ailleurs, l'analyse suivant les options des systèmes de production indiquait que la marge brute la plus élevée était obtenue avec les systèmes à option triple ( $125\,185$  FCFA/ha) suivis des systèmes à option double ( $95\,417$  FCFA/ha), des systèmes à option unique

( $83\,191$  FCFA/ha) et du système de référence sans parage d'animaux et sans apport d'engrais minéral ( $36\,365$  FCFA/ha).

#### DETERMINANTS DE LA RENTABILITE FINANCIERE DE LA PRODUCTION DU MAIS

Les résultats de la régression linéaire multiple indiquent que le test du ratio de vraisemblance pour la corrélation globale des termes d'erreurs,  $\chi^2(6)=231,99$ ,  $p<0,000$ , était significativement différent de zéro au seuil de 1 %, permettant ainsi de rejeter l'hypothèse nulle selon laquelle les termes d'erreurs du modèle ne sont pas corrélés (Tableau 5). Par ailleurs, les résultats indiquent que la rentabilité financière était significativement influencée par l'utilisation des pratiques relatives aux différents systèmes agropastoraux. En effet, le SAP4 avait une influence positive sur la rentabilité financière au seuil de 1 %. Ce qui signifie que la marge brute augmentait de  $20\,318$  FCFA/ha lorsque l'exploitant combinait le parage des animaux aux engrais chimiques. Le parage des animaux induisait la réduction de l'utilisation des engrais chimiques. De même, la combinaison du parage des animaux aux engrais organiques (SAP5), améliorait significativement la rentabilité financière au seuil de 1 %. Ainsi, le SAP5 permet une augmentation de la marge brute de  $11\,563$  FCFA/ha. Les constats étaient les mêmes quant à la combinaison d'engrais organiques et d'engrais chimiques (SAP6) qui avait une influence positive et significative au seuil de 1 % et augmente la marge brute de  $11\,027$  FCFA/ha.

Par contre, la production du maïs avec légumineuse comme précédent cultural sans engrais organiques et chimiques même associée à la rotation (SAP8) influençait négativement la rentabilité financière au seuil de 1%. Autrement, une production du maïs avec le SAP8 diminuait la marge brute de 45 947 FCFA/

ha. De même, lorsqu'on augmente le nombre d'actif agricole d'une unité au niveau de l'exploitation agricole, la marge brute de la production du maïs diminuait de 959 FCFA/ha. En conséquence, il en ressort que, plus les actifs agricoles sont nombreux, moins performante est l'exploitation agricole.

**Tableau 5** : Résultats des modèles d'estimation des déterminants de la rentabilité financière.

*Results of models for estimating the determinants of the financial profitability.*

Variabes	Coefficients	Standard Error	T-Stat
Constante	82814,684	1688,244	49,054
Pratiques de restauration de la fertilité des sols			
Parcage d'animaux (SAP1)	2120,864	2646,992	0,801
Engrais organique (SAP3)	-1316,155	3417,030	-0,385
Parcage et engrais chimique (SAP4)	20317,531	1535,549	13,231***
Parcage et engrais organique (SAP5)	11562,755	2687,368	4,303***
Engrais organique et engrais chimique (SAP6)	11026,734	1831,539	6,020***
Parcage + engrais organique et engrais chimique (SAP7)	48935,239	2375,962	20,596***
Ni parcage, ni engrais organique, ni engrais chimique (SAP8)	-45946,727	1267,638	-36,246***
Légumineuse comme précédent cultural	3226,599	1024,277	3,150***
Rotation	1682,945	1008,716	1,668*
Jachère	776,836	889,230	0,874
Caractéristiques socio démographiques			
Sexe	902,909	973,438	0,928
Alphabétisation	-1167,511	880,649	-1,326
Actifs agricole	-959,445	187,071	-5,129***
Appartenance à un groupement	213,508	858,119	0,249
Accès aux crédits	32,272	912,856	0,035
Résumé du modèle			
Chi2 :	231,99		
R2 :	0,822		
P :	0,000		
Obs :	772		

**Source** : Résultats d'analyse de données d'enquêtes, 2018.

## DISCUSSION

L'analyse des effets des systèmes agropastoraux sur la rentabilité de la production du maïs au nord du Bénin a montré des résultats statistiquement significatifs du point de vue de la marge brute. La marge brute des systèmes de production à option unique est plus faible que celle des systèmes de production à option double et triple. En effet, l'utilisation simultanée des engrais organiques et chimiques a un effet positif et significatif sur la rentabilité financière de la production du maïs. En d'autres termes, l'apport d'engrais minéraux et organique améliore les éléments nutritifs du sol en induisant une

augmentation quantitative du rendement de la spéculacion produite. John (2019) avait montré que l'application d'un amendement organique ou chimique améliore significativement la croissance et le rendement de la courgette tandis que les plantes témoins ont été caractérisées par une récolte précoce, une mauvaise croissance et des rendements faibles. De plus, l'apport d'engrais minéraux en fumure de fonds et de couverture améliore significativement la productivité du maïs par rapport au témoin absolu (Akanza *et al.*, 2018). De même, Lhoste *et al.* (2013) avaient affirmé que l'utilisation de la fumure organique réduit non seulement les dépenses pour l'achat d'engrais mais aussi, a un effet à moyen terme

sur la fertilité du sol. Indubitablement, l'augmentation de la production entraîne, dans les mêmes conditions de marché, une amélioration de revenu et donc de la marge bénéficiaire des exploitants agricoles.

De même, le parage des animaux combiné aux engrais chimiques, engendre un impact positif et significatif sur la rentabilité financière. Généralement, les exploitants agricoles qui pratiquent ce système, nouent des contrats de parage des animaux avec des éleveurs dont les animaux profitent des résidus de récolte. Non seulement, les coûts afférents à cette pratique sont marginaux pour l'exploitant agricole, mais l'accumulation de stocks de matière organique sur les parcelles due aux déjections des animaux, réduit l'investissement dans les engrais chimiques. En conséquence, la productivité en maïs de l'exploitant est améliorée avec moins d'investissement et ainsi une marge brute plus significative. Ces résultats sont aussi similaires à ceux de Biaou *et al.* (2017) qui avaient affirmé que le compost enrichi aux fientes de volailles a significativement contribué à l'augmentation du rendement de carottes aux doses de 30 et 40 t/ha.

Par ailleurs, une combinaison du parage des animaux aux engrais organiques a un impact positif et hautement significatif sur la marge brute. En effet, cette pratique augmente la quantité des engrais organiques apportés permettant de restaurer la fertilité du sol (Nacro *et al.*, 2010). Ainsi, la richesse des fientes de volailles en azote confirment les résultats obtenus par rapport à l'amélioration du rendement des cultures (John, 2019). Ces conclusions rejoignent celles de Amadji *et al.* (2009) qui avaient abouti aux mêmes observations après utilisation du compost enrichi avec la fiente de volaille pour la production de choux sur sol sableux. Il en est de même de Saïdou *et al.* (2012) qui avaient constaté une augmentation significative du rendement de la laitue sur un sol ferrallitique avec l'utilisation du compost enrichi avec la fiente de volaille. En définitive, l'apport des engrais organiques contribue à la restauration des éléments nutritifs du sol et augmente indubitablement la production de la culture. Cette combinaison renforcée par les engrais chimiques (SAP à option triple) induit aussi un effet significatif et positif sur la rentabilité financière. Ce système agropastoral à option triple apparaît la plus rentable pour les producteurs de maïs en ce sens qu'il diminue la quantité de produits minéraux à

acheter au profit des engrais organiques et des bouses provenant du parage des animaux. De plus, il s'en suit qu'une pratique de gestion intégrée des nutriments associant les engrais organiques et minéraux est essentielle à l'accroissement de la production et à l'amélioration de la productivité (Balogoun, 2016). En revanche, la combinaison des engrais minéraux et des engrais organiques pourrait entraîner un excès en azote dans le sol et par ricochet une diminution du rendement de la culture. En effet, Chabi *et al.* (2012) ont montré l'effet négatif de l'excès en azote sur la culture de la carotte. Aussi, les risques de pollution du sol en nitrate et son accumulation dans les plantes constituent des facteurs préjudiciables à la production agricole (Saïdou *et al.*, 2012).

## CONCLUSION

L'essor de la rentabilité financière du maïs au Nord-Bénin est la résultante de la mise en place de nouvelles pratiques qui permettent la restauration de la fertilité des sols et par conséquent l'augmentation du rendement. Au terme de la présente étude, l'apport d'engrais minéraux combinés aux engrais organiques sous forme de compost et de fumier de ferme améliore significativement la productivité et par conséquent la marge brute de la production du maïs au nord du Bénin. Le conseil agricole doit désormais mettre l'accent sur l'adoption des systèmes agropastoraux innovants pour renforcer la restauration de la fertilité des sols dans un contexte difficile d'accès aux intrants spécifiques. Cette politique devra intégrer le renforcement des relations entre les agriculteurs et les éleveurs pour faciliter l'accès au fumier de ferme à travers le parage des animaux en période de transition culturale.

## REFERENCES

- Aïhounon D. G. B., Yabi J. A., Bachabi F. X., Yegbemey R. N., Kindemin A. O. and Labiyi I. A. 2016. Socio-economic determinants of the economic profitability of cashew nuts marketing in North-Eastern-Benin: Case study of Tchaourou municipality. *International Journal of Innovation and Scientific Research* ISSN 2351-8014 Vol. No. 1 Mar. 2016, pp. 212-219.
- Akanza P. K. et N'Da A. H. 2018. Effets de l'engrais sur la fertilité, la nutrition et le rendement

- du maïs : incidence sur le diagnostic des carences du sol. *Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie*, 045 : 54-66
- Amadji G. L., Saïdou A et Chitou L. 2009. Recycling of residues in compost to improve coastal sandy soil properties and cabbage shoot yield in Benin. *Int J Biol Chem Sci*, 3 (2) : 192-202.
- Balogoun I. 2016. Caractérisation des facteurs édaphiques et climatiques pour l'amélioration de la productivité de l'anacardier au Bénin. Thèse de doctorat en sciences agronomiques, Université d'Abomey-Calavi. 157 pp.
- Biaou O. D. B., Saidou A., Bachabi F. X., Padonou G. E. et Balogoun I. 2017. Effet de l'apport de différents types d'engrais organiques sur la fertilité du sol et la production de la carotte (*Daucus carota* L.) sur sol ferrallitique au sud Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 11(5): 2315-2326
- Coly I., Diome F., Dacosta H., Malou R. et Akpo L. E. 2011. Typologie des exploitations agropastorales du terroir de la NEMA (Sénégal, West Africa). Article in *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 3p.
- FAO. 2014. L'état de l'insécurité alimentaire dans le monde : renforcer l'environnement favorable à la sécurité alimentaire et à la nutrition. Rome: FAO, [www.fao.org/publications/sofi/2014/en/](http://www.fao.org/publications/sofi/2014/en/)
- Faure G. 2005. Valorisation agricole des milieux de savanes en Afrique de l'Ouest des résultats contrastés. *Les Cahiers d'Outre-Mer* 229 : 5 - 24.
- INSAE (Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique). 2016. Effectifs de la population des villages et quartiers de ville du Bénin (RGPH-4, 2013). Primature, République du Bénin, UNICEF, UNFPA. 85 p. [http://www.insae-bj.org/?file=files/publications/RGPH4/ Plaquette\\_RGPH4\\_ fomat %20A5.pdf](http://www.insae-bj.org/?file=files/publications/RGPH4/Plaquette_RGPH4_fomat%20A5.pdf).
- Jayne T.S., Mather. D. and Mghenyi E. 2006. Smallholder farming under increasing difficult circumstances: policy and public investment priorities for Africa, Food Security International Development Policy Syntheses 54507, Michigan State University, Department of Agricultural, Food, and Resource Economics, [www.aec.msu.edu/fs2/papers/idwp86.pdf](http://www.aec.msu.edu/fs2/papers/idwp86.pdf) [July 2008].
- John B. 2019. Effet de trois types de composts et fertilisants chimiques sur la croissance et le rendement de la courgette (*Cucurbita Pepo* L.) dans des sols basaltiques et calcaires à la commune de Kenscoff, Haïti. Master de spécialisation en production intégrée et préservation des ressources naturelles en milieu urbain et péri-urbain, Gembloux Agro-Bio Tech (GxABT), 69p. <http://hdl.handle.net/2268.2/8079>
- Kpenavoun S., Santos F., Hounhouigan J. D. 2018. Efficacité Technique des Producteurs de soja au Bénin. Bénin. *Annales des sciences agronomiques*, pp94-110.
- Labiyl I. A., Yegbemey N. R., Olodo D. V. et Yabi, A. J. 2018. Pratiques culturales de gestion de la fertilité des sols et performance économique des producteurs de maïs au Nord-Bénin. *Ann. UP, Série Sci. Nat. Agron. Vol. 8* : 115-124.
- Lhoste P., Havard M., Vall E. and Smith A. 2013. *Draught Animals. The Tropical Agriculturalist*. CTA, MACMILLAN. ISBN : 978-0-333-72366-1.
- Nacro S., Ouedraogo S., Traore K., Sankara E., Kabore C. et Ouattara B. 2010. Effet comparés des pratiques paysannes et des bonnes pratiques agricoles de gestion de la fertilité des sols sur les propriétés des sols et les rendements des cultures dans la zone sud soudanienne du Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 4 (4) : 1044-1055.
- Pender J, Jagger P, Nkonya E, Sserunkuuma D. 2001. Development pathways and land management in Uganda: causes and implications
- PNUD (2015). Rapport National sur le Développement Humain 2015 : Agriculture, Sécurité alimentaire et Développement Humain au Bénin, 141p.
- Saïdou A., Kossou D., Azontondé A. et Hougni, D. G. J .M. 2009. Effet de la nature de la jachère sur la colonisation de la culture subséquente par les champignons endomycorhiziens : cas du système « jachère » manioc sur sols ferrugineux tropicaux du Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 3(3): 587- 597.
- Sale A., Folefack D. P., Obwoyere G. O., Lenah W. N., Lenzemo W. V. et Wakponou A. 2014. Changements climatiques et déterminants d'adoption de la fumure organique dans la région semi-aride de Kibwezi au Kenya *Int. J. Biologique. Chem. Sci.* 8(2): 680-694, April 2014.
- Scherr S. J. 1999. Soil degradation: A threat to developing-country food security by 2020? IFPRI, Food, Agriculture and The Environment Discussion Paper No. 27.

- Smaling E. A. M., Nandwa S.M., Jansen B. H. 1997. 'Soil fertility in Africa is at stake in Buresh R.J, Sanchez P, Calhoun F (eds.), Replenishing Soil Fertility in Africa, Special publication, USA: Madison, pp. 64-81.
- Soukaradji B., Abdou A., Lawali S., Aboubacar I., Mahamane A. et Saadou M. 2017. Typologie des exploitations agricoles familiales: cas de la périphérie de la forêt protégée de Baban Rafi du Niger. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11(3), 1096-1112.
- Ullah M.S.; Islam M.S.; Islam M.A.; Haque T. 2008. Effects of organic manures and chemical fertilizers on the yield of brinjal and soil properties. *J. Bangladesh Agric. Univ.* 6, 271-276.
- Vall E., Salgado P., Corniaux C., Blanchard M., Dutilly C., Alary V. 2014. Changements et innovations dans les systèmes d'élevage en Afrique. *INRA Prod. Anim.*, 27 (2), 161 - 174
- Weber A.N.R., Gangloff M., Moncrieffe M.C., Hyvert Y., Imler J.L., Gay N.J. 2007. Role of the Spätzle pro-domain in the generation of an active toll receptor ligand. *J. Biol. Chem.* 282(18): 13522-13531.