

Analyse des effets des facteurs d'intensification sur les types d'exploitations agricoles du mil sanio au Sénégal

Sandjiry DIOP¹, Madické Mbodj NDIAYE¹, Ibrahima DIALLO¹, Babacar SENE²

(Reçu le 19/10/2022; Accepté le 25/10/2022)

Résumé

L'objectif de l'étude est d'identifier l'effet des facteurs d'intensification du système de production du mil sanio en fonction de la typologie des exploitations agricoles. L'approche méthodologique classe, premièrement, les exploitations à travers la méthode des analyses en facteurs multiples et deuxièmement, utilise le modèle logit pour identifier les facteurs déterminants de l'intensification dans les exploitations agricoles. Les résultats ont montré que le recours à la main d'œuvre familiale, le montant du crédit, l'appui des ONG et l'acquisition de terres par héritage augmente les rendements sur l'intensification de la production dans les exploitations traditionnelles. L'ethnie, le montant du crédit, l'accès aux engrais et l'appui des ONG renforcent l'intensification des rendements dans les exploitations peu productives ou semi-modernes. Les variables ethnie, l'accès aux engrais, l'appui des ONG, l'acquisition des terres par achat encouragent l'intensification de la production dans les exploitations très productives ou modernes. Cependant, le recours à la main-d'œuvre familiale et le montant du crédit agricole diminuent les rendements dans les exploitations très productives ou modernes.

Mots-clés: Intensification, typologie, mil sanio, Haute Casamance

Analysis of the effects of intensification factors on the types of sanio millet farms in Senegal

Abstract

This study identifies the factors that influence the intensification of the sanio millet production system based on the farm's typology. The methodological approach classifies, firstly, the farms through the method of multiple factors analysis and secondly, uses the logistics model to identify the determining factors of intensification in the farms. The results show that family farms can be classified into three types: traditional farms (type I), low productive farms (type II) and large productive farms (Type III). The results showed that the use of family labor, the amount of credit, the support of NGOs and the acquisition of land by inheritance increases the returns on the intensification of production in traditional farms. Ethnicity, the amount of credit, access to fertilizers and support from NGOs reinforce the intensification of yields in low-productivity or semi-modern farms. Ethnicity variables, access to fertilizers, support from NGOs, land acquisition by purchase encourage the intensification of production in highly productive or modern farms. However, the use of family labor and the amount of agricultural credit reduce yields on highly productive or modern farms.

Keywords: Casamance, intensification, sanio millet, typology

INTRODUCTION

L'intensification de l'agriculture au XX^e siècle a permis aux pays développés de satisfaire leurs besoins alimentaires par une simplification des systèmes et une homogénéisation des pratiques (Ghali *et al.*, 2014). Les petits exploitants d'Afrique subsaharienne (ASS) sont confrontés à des choix difficiles alors qu'ils visent à atteindre de multiples objectifs individuels, familiaux, communautaires et sociétaux plus larges Adolph *et al.*, (2020). Dans le contexte des changements globaux (Variabilité climatique et pluviométrique), l'intensification des systèmes de production est l'un des phénomènes les plus importants de notre ère (Mballo *et al.*, 2021). Le Sénégal, à l'instar des pays africains investit dans la recherche pour la croissance et le développement agricole. Toutefois, le constat est que l'intensification agricole demeure faible et variable selon les types d'exploitations agricoles avec des rendements en deçà du potentiel. Dans la plupart des pays, on s'attend à ce que l'intensification de la production pour l'autosuffisance alimentaire soit au cœur des politiques agricoles. Le mil (*Pennisetum glaucum*) est devenu prépondérant dans le système de production de la zone agro-écologique au sud du Sénégal. Il est intégré pour de nombreux producteurs dans leur consommation quotidienne. Selon l'Initiative Prospective Agricole et Rurale (IPAR) en 2018 au Sénégal, la consommation de mil par personne qui était de 50,1 kg en 1995 est passée à 23,1 kg en 2018.

Le système de production agricole du mil dans la Haute Casamance a connu des dynamiques sociales et environnementales au cours de ces dernières années (WAAP, 2017). La faiblesse des rendements (296 kg/ha) et la réduction des surfaces emblavées ont conduit à un abandon progressif de la production du sanio dans les exploitations (Bamba *et al.*, 2019), cela a rendu plus complexe les objectifs d'auto-suffisance alimentaire. Ainsi, la situation des productions du mil (souma ou type hâtif et mil sanio de type tardif et photopériodique) révèle les bouleversements écologiques face aux changements climatiques et l'inaccessibilité des facteurs de production (DPEE, 2019). La production du mil dans la Haute Casamance est confrontée à des contraintes d'ordre climatique, pédologique, technique, organisationnel et socio-économique.

Globalement le mil sanio tardif est une céréale cultivée essentiellement dans les régions Sud et Sud-est du Sénégal à cause de son cycle long (Bamba *et al.*, 2019). La production de mil dans la zone était estimée à 111 259 tonnes sur une superficie de 138 267 ha en 2017 (DAPSA, 2018). Malgré la mise en place des politiques agricoles, la primauté est toujours réservée à la riziculture dans le Programme de Relance et l'Accélération de la Cadence de l'Agriculture au Sénégal (PRACAS). Les recherches expérimentales effectuées jusque-là dans le milieu révèlent que les répercussions des dynamiques d'intensification sur les rendements selon les types d'exploitations vont varier considérablement (Doukpolo, 2014). La production du mil en nette régres-

¹ Département d'Économie, Université Alioune Diop de Bambey, Sénégal

² Laboratoire de Finance pour le Développement, Université Cheikh Anta Diop, Dakar

sion et la problématique que traversent les exploitations agricoles risquent d'impacter de façon durable le système de production. Dans le cadre de l'intensification agricole, plusieurs politiques ont été initiées par l'État du Sénégal (aménagements hydro-agricoles, mécanisation et subventions des intrants) (Mballo, 2019). Face à cette situation peu reluisante, l'identification de l'intensification à l'épreuve des facteurs de production est essentielle pour soutenir la production des cultures vivrières et assurer la sécurité alimentaire (GIEC, 2014).

De ce fait, l'analyse de la typologie et des facteurs d'intensification suscite une interrogation: les déterminants ont-ils les mêmes effets sur les types d'exploitations agricoles? À partir de ces évidences, il importe d'associer une réelle dynamique du système de production et la typologie des exploitations agricoles. Dans ce cas précis, l'hétérogénéité des exploitations nécessite une analyse typologique étoffée et précise des caractéristiques du système de production. En vue de tenir compte de la multi-dimensionnalité de ces caractéristiques, l'analyse Facteurs multiple (AFM) se présente comme la méthode idéale pour exploiter et structurer l'ensemble des informations contenues dans les données d'enquête.

L'objectif de cette étude est d'identifier l'effet des facteurs d'intensification dans les types d'exploitations agricoles de mil sanio. Spécifiquement, il s'agit de faire la typologie des exploitations et de montrer les facteurs qui influencent l'intensification.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Analyse en facteur multiple (AFM)

Pour appliquer la méthode statistique, l'analyse exploratoire est faite pour vérifier le caractère factoriel des données:

- Tests de corrélation de Pearson avec un niveau de probabilité $\alpha=0.05$ ($p \leq 0,05$) qui permet l'analyse d'une relation linéaire entre deux variables. Pour ces analyses on pose H_0 = pas de relation et H_1 = relation (Test bilatéral).
- Test de sphéricité de Bartlett montre que la matrice des corrélations s'écarte significativement de la matrice unité. On rejette l'hypothèse selon laquelle il n'y a pas de corrélations différentes de 0.

$$\chi^2 = -(n - 1 - \frac{2p+5}{6}) \times \ln /R/ \quad (1)$$

Sous H_0 (tous les éléments en dehors de la diagonale sont nuls, aucune corrélation/covariance entre les variables) cette statistique suit une loi de χ^2 à $((P \times (P-1))/2)$ degrés de liberté. On rejette H_0 lorsque la statistique lue dans la table de la loi de χ^2 est supérieure à la valeur seuil à un seuil d'erreur de 5%.

- La statistique de Kaiser-Mayer-Olkin (KMO): soit la matrice des corrélations brutes et la matrice des corrélations partielles, l'indice KMO globale s'écrit:

$$KMO = \frac{\sum \sum_{j \neq i} r^2_{ij}}{\sum \sum_{j \neq i} r^2_{ij} + \sum \sum_{j \neq i} a^2_{ij}} \quad (2)$$

Tableau 1: La signification des variables des modèles

| Variables | Signification | Variables | Signification |
|------------|--------------------|-----------|-------------------|
| Mod_acq | Mode acquisition | Mont_cred | Montant du crédit |
| Ethnie | Ethnie | Ac_eng | Accès aux engrais |
| Main_oeuvr | Main-d'œuvre | Ac_cred | Accès au crédit |
| Age | Age | Ap_ONG | Appui des ONG |
| Tyy_ins | Type d'instruction | pluv | Pluviométrie |
| Qual_sem | Qualité semence | Region | Région |

La valeur du KMO se doit d'être au minimum égale à 0,5 et dans le meilleur des cas se situent entre 0,8 et 0,9 (Kaiser, 1974). La validation des tests de Bartlett et de Kaiser-Mayer-Olkin est obligatoire dans l'objectif de valider l'utilisation de l'analyse exploratoire.

- Classification ascendante hiérarchiques permet d'obtenir le dendrogramme: La CAH est un outil de classification qui permet de mettre en évidence un regroupement naturel d'un ensemble d'individus décrit par des caractéristiques. La représentation se fait sous forme de série de partition emboîté appelé dendrogramme.

Présentation du modèle économétrique

Le modèle économétrique de type logit est appliqué dans le cas des variables dichotomiques d'où β le vecteur de paramètre et ε_i l'erreur résiduelle suivent une distribution normale. En définissant une variable dichotomique y_i telle $Y=1$ si l'exploitant appartient à un type 1, 2 ou 3 et $Y=0$ sinon. La probabilité P_i s'écrit:

$$P(y_i = 1/X_i) = F(\beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik}) = F(X_i \beta) \quad (3)$$

Où $P(y_i = 1/X_i)$ représente la probabilité que y_i soit égal à 1 conditionnellement aux caractéristiques $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik}$. β est un vecteur constitué de $k+1$ paramètres: $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$. $F(\cdot)$ est la fonction de répartition de la quantité $\beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik}$ ((X_i, β) sous la forme matricielle). En se basant sur les propriétés, le modèle à choix discret s'écrit comme suit:

$$\begin{cases} P(y_i = 1) = F(X_i \beta) \\ P(y_i = 0) = 1 - F(X_i \beta) \end{cases} \quad (4)$$

D'une manière générale, le modèle s'écrit comme suit: $y_i = F(X_i \beta) + \varepsilon_i$ où ε_i est le terme d'erreur.

Mathématiquement, si on considère une exploitation agricole familiale qui combine des facteurs pour l'intensification (Tableau 1 et 2) par rapport à la typologie des exploitations agricoles, le modèle Logit est représenté par la formule suivante:

$$\begin{aligned} \text{logit classe}_i = & \beta_0 + \beta_1 \text{Ac_eng}_i + \beta_2 \text{Mont_cred}_i + \beta_3 \text{Acq_mat}_i + \beta_4 \text{Ap_ONG}_i \\ & + \beta_5 \text{Ethnie}_i + \beta_6 \text{Main_oevr}_i + \beta_7 \text{Typ_ins}_i + \beta_8 \text{Qual_sem}_i + \beta_9 \text{Region}_i \\ & + \beta_{10} \text{Pluv}_i + \beta_{11} \text{Age}_i + \dots + \varepsilon_i \end{aligned} \quad (5)$$

ε_i : Représente le terme d'erreur.

Présentation de la zone et sources de données

Les données de l'étude sont le fruit des enquêtes de terrain réalisées en 2017. L'étude a été réalisée dans l'aire d'intervention du projet Mil Sanio du Programme de Productivité Agricole en Afrique de l'Ouest. Il s'agit de la Casamance (région de Kolda (12°53'00" N, 14°57'00" O), Sédiou (12°42'29" N 15°33'25" O)). À la suite de ces deux phases, une enquête orientée sur la culture du sanio sera effectuée au niveau des exploitations agricoles et selon les différents systèmes de production identifiés. Ainsi, un échantillonnage raisonné est fait pour les différents systèmes de production et un échantillonnage aléatoire sera privilégié. L'échantillon concerne 23 villages dont dans chaque village 9 exploitants sont interrogés. En effet, 200 exploitants agricoles ont finalement été interrogés dans le cadre de cette recherche.

Les caractéristiques du système de production des exploitations agricoles familiales donnent une photographie du profil agronomique moyen des producteurs du mil sanio.

Les quantités d'intrants déclarées par les producteurs de l'échantillon montrent qu'ils sont loin de respecter les recommandations de la recherche. Les superficies de mil sanio sont relativement faibles (1,66 ha par exploitation agricole). Ce qui met en évidence le caractère extensif de la culture de mil.

Les rendements de mil sanio sont loin des standards de potentiel agronomique (406,7 Kg/ha contre 850 Kg/ha). Dans les champs de case et brousse, très peu de fertilisants sont utilisés pour le mil (54,2 Kg sur 25,5 ha) alors que les doses recommandées dans les itinéraires techniques sont 150 Kg de NPK et 100 kg d'urée par hectare. Pour les semences, les producteurs utilisent en moyenne 6,8 kg par hectare, alors que la dose recommandée est de 4 kg/ha.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Le diagramme des facteurs de la figure 1 permet de montrer trois types de producteur en fonction de l'utilisation des facteurs de production en capital et travail. Les exploitations traditionnelles de type 1 (avec de petites tailles) pratiquent une agriculture traditionnelle en se basant sur le capital avec l'utilisation de grandes surfaces et de grandes quantités de semence pour une production très faible. Les types 2 et 3: peu productives (semi-modernes tournées vers la diversification de la production) et très productives ou modernes (utilisant des facteurs pour une production commerciale) utilisent les intrants tels que le NPK et l'urée dans le processus de production. En outre, la volonté individuelle des types d'exploitations constitue un vecteur déterminant du changement dans la mesure où, elle assure la transmission et l'apprentissage de pratiques nouvelles.

Tableau 2: Statistiques descriptives des variables du modèle

| Variables | Description des variables quantitatives | Moyenne | Écart-type | Minimum | Maximum |
|----------------------|--|-------------------------------|------------|---------|---------|
| Main-d'œuvre | Continue | 13,3 | 8,47 | 2 | 40 |
| Age | Continue | 50,0 | 12,3 | 24 | 90 |
| Montant du crédit | Continue | 24028 | 20790 | 0 | 92 600 |
| Variables | Description des variables qualitatives | Proportion dans l'échantillon | | | |
| Sexe | 1 : Homme, 0 : Femmes | 92,5% 7,5% | | | |
| Moyen de transport | 1 : A pieds 2 : Charrettes 3 : Motos | 35% 55% 10% | | | |
| Accès au crédit | 1 : Oui 0 : Non | 45% 55% | | | |
| Accès aux engrais | 1 : Oui 0 : Non | 68% 32% | | | |
| Type d'instruction | 1 : Français 0 : Autres | 40% 60% | | | |
| Appui des ONG | 1 : Oui 0 : Non | 15% 85% | | | |
| Ethnie | 1 : Diola 3 : Autres | 65% 35% | | | |
| Acquisition matériel | 1 : Héritage 2 : Achat 3 : Autres | 39% 48% 13% | | | |
| Pluviométrie | 1 : Bonne 0 : Pas Bonne | 65% 35% | | | |
| Région | 1 : Kolda 2 : Sédhiou | 56,5% 43,5% | | | |

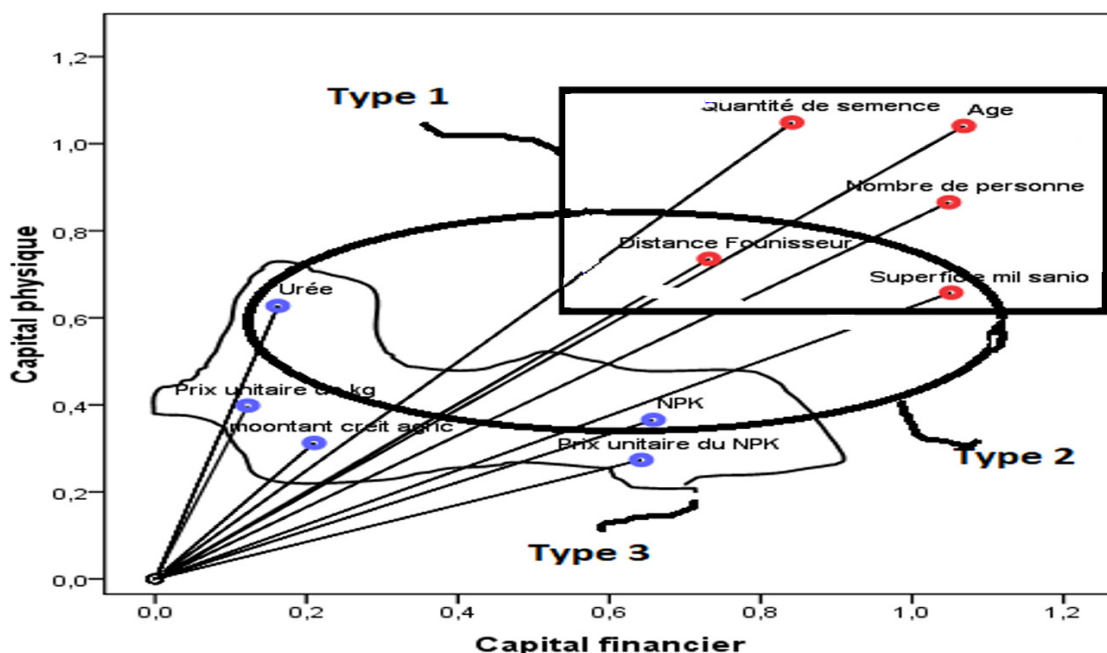


Figure 2: Diagramme des facteurs

L'accès aux crédits et l'appui des ONG sont des critères de discrimination dans la Haute Casamance représentés par la figure 2. Le crédit agricole dans les exploitations de mil sanio est rarement perçu par les producteurs pour des conceptions culturelles du revenu agricole. C'est ainsi que l'on observe une corrélation positive entre l'appui des ONG et le crédit agricole. Les ONG dans la région de Kolda permettent d'obtenir du financement. Peu de producteurs de sanio (15%) sont appuyés par les ONG. Les structures de financements sont toutes pratiquement basées à Kolda. Ce déséquilibre se manifeste naturellement sur le crédit avec 41% des exploitations qui ont accès aux crédits agricoles. En raison de la typologie effectuée sur les exploitations, le modèle logistique est utilisé suivant les types d'exploitation: le type 1 (traditionnel), type 2 (peu productif) et le type 3 (grandes exploitations productives). Après le diagnostic des résultats de l'estimation des modèles obtenus plusieurs critères ou indicateurs sont retenus pour la validation de la qualité de l'ajustement. Le critère d'AIC (Akaike) s'effectue sur la base d'une minimisation de la valeur obtenue. Le test de Hosmer-Lemeshow montre que les probabilités associées à la statistique de χ^2 (1.0000) sont supérieures à 0,05 affirmant que l'ajustement du modèle est bon. De même le modèle est globalement significatif. Le choix du modèle Logit ou Probit s'est fait sur la base du tableau comparatif après les estimations des modèles (Tableau 3). En se référant sur nos estimations, on constate que le modèle Logit est meilleur en termes de résultats à celui du modèle Probit. Si on raisonne en termes de pourcentage de

prédiction, le pourcentage vrai du modèle logit est supérieur à celui du Probit. De plus pour le R^2 de McFadden du modèle logit est supérieur à celui du Probit (Tableau 3). La courbe de Roc donne une présentation visuelle de la capacité discriminante, mais l'aire sous roc est de 0,85 pour juger du modèle (Figure 3). Ainsi, la courbe permet une validation du bon pouvoir de prédiction du modèle. L'aire du roc 0,85 signifie dans la sélection au hasard des exploitations agricoles familiales. Un des groupes est efficient et l'autre ne l'est pas, donc avec ce graphe on peut dire que l'exploitation efficient aura un résultat plus élevé que celle qui est inefficiente dans 85% du temps.

L'estimation du modèle logistique montre que les facteurs d'intensification dans les exploitations sont divers et dépendent des caractéristiques du producteur. Les résultats économétriques sont résumés dans le tableau 4.

La variable ethnie a une influence positive significative sur l'intensification de la production dans les exploitations peu productives (semi-modernes tournées vers diversification de la production) et très productives ou modernes (utilisant des facteurs pour une production commerciale). Ce qui révèle le caractère culturel du sanio. Elle permet de renseigner sur l'emplacement des grandes exploitations productives. La culture du mil sanio peut être conçue comme identitaire et culturelle dans les zones de Kolda et de Sédhiou. Ainsi l'appartenance à certaines ethnies surtout comme «Diola» peut diminuer les chances de prendre du crédit pour ces conceptions traditionnelles.

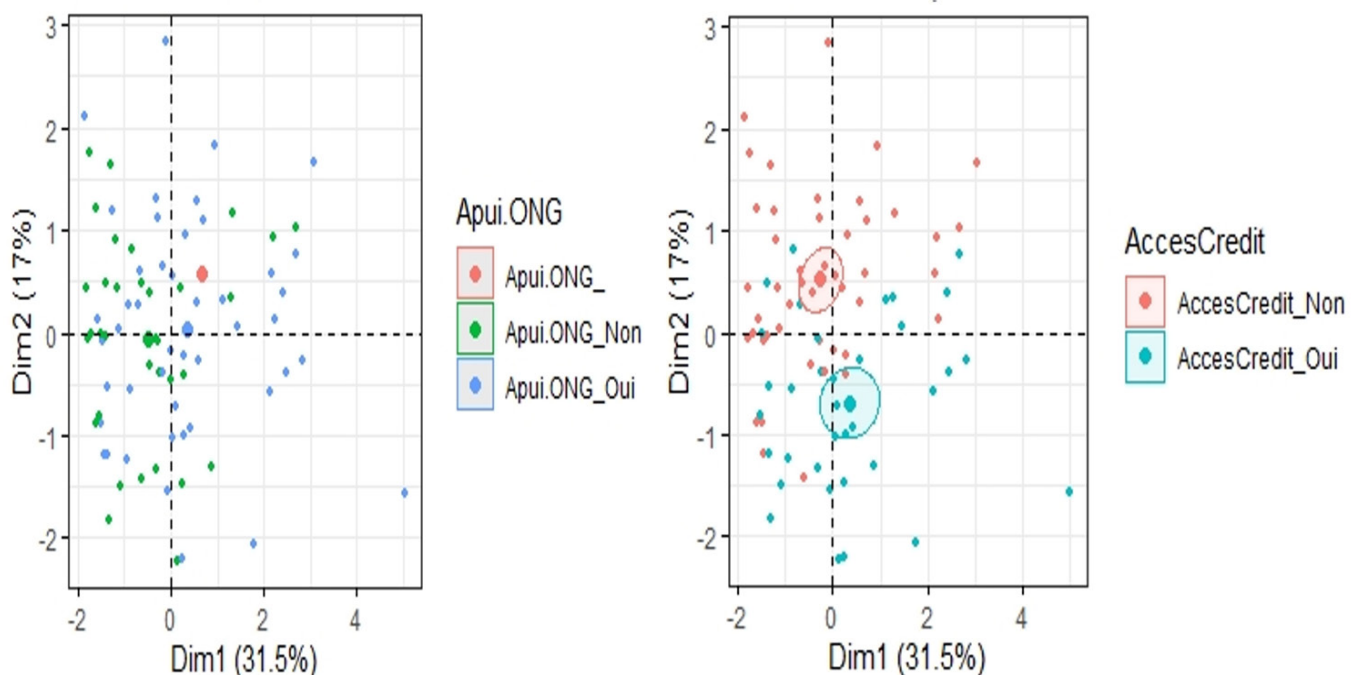


Figure 2: Projection des facteurs (crédit agricole et appui des ONG) selon les exploitations

Tableau 3: Comparaison des résultats des modèles Logit et Probit

| Variables | | LR de χ^2 | Prob> χ^2 | R ² MC Fadden | % de Prédiction vraie |
|-----------|--------|----------------|----------------|--------------------------|-----------------------|
| Type 1 | Logit | 22,2 | 0,0082 | 0,1047 | 68,8 % |
| | Probit | 22,2 | 0,0084 | 0,1045 | 67,5 % |
| Type 2 | Logit | 26,6 | 0,0016 | 0,1231 | 68,1 % |
| | Probit | 26,4 | 0,0018 | 0,1221 | 66,1 % |
| Type 3 | Logit | 9,71 | 0,0037 | 0,0554 | 73,9 % |
| | Probit | 9,87 | 0,0057 | 0,0545 | 72,8 % |

La main d'œuvre a une influence positive et significative (au seuil de 5%) sur l'intensification de la production dans les exploitations traditionnelles. Par contre, le coefficient est négatif et significatif dans les exploitations agricoles très productives ou modernes. Une synthèse des différentes recherches indique que l'impact de la main d'œuvre sur l'intensification reste mitigé. Gathala *et al.* (2021) ont montré qu'il est possible d'augmenter les moyens de subsistance et de réduire l'impact des pénuries de main-d'œuvre pour les petits exploitants agricoles vivant dans des conditions climatiques, édaphiques et sociales diverses dans la région. Mukhtar (2018) avance que les producteurs de mil qui sont de grandes tailles familiales cherchent toujours à obtenir une production plus élevée pour subvenir aux besoins de l'exploitation. En outre, Baldé *et al.* (2014) arrivent à la même conclusion. Cette main d'œuvre familiale constitue la force du travail.

Le montant du crédit est un déterminant significatif qui influence positivement l'intensification de la production dans les exploitations traditionnelles et peu productives ou semi-modernes. Ce résultat inattendu montre que le montant du crédit a une influence négative dans les exploitations très productives ou modernes. Ceci est en plein accord avec les résultats de notre enquête, vu que la totalité des crédits contractés par les exploitants sont orientés pour moderniser leurs exploitations. Comme souligné par Udry (2010), l'accès au crédit fait partie des principales imperfections du marché qui font que les rendements des producteurs africains sont si faibles. En effet, le montant du crédit permet à un exploitant de surmonter les contraintes financières liées à l'achat d'engrais ou un nouveau package technologique. Ces résultats sont en phase avec ceux de Salau *et al.* (2012) et Simonyan *et al.* (2011) dans les exploitations de maïs dans deux zones différentes au Nigéria.

L'accès à l'engrais, significatif au seuil de 5%, a une influence positive sur l'intensification de la production dans les exploitations peu productives ou semi-modernes

et celles très productives ou modernes. Ce résultat semble être logique au regard des pratiques culturales et aussi de la performance de la production observée dans haute Casamance. Le coefficient non significatif et négatif dans les exploitations traditionnelles montre en partie une pratique de la culture du mil sanio sans engrais. L'intensification des cultures, même modérée, à travers l'application de fumure organique sur le mil permet d'augmenter la performance agricole (Camara, 2018). Ces résultats sont en phase avec les travaux de Zeinabou *et al.*, (2014) sur le mil et Somda *et al.*, (2017) sur le sorgho.

Le mode d'acquisition du matériel par héritage a une influence significative et positive sur les exploitations traditionnelles. De même, le mode d'acquisition par l'achat est positif et significatif (au seuil de 5%) dans les exploitations très productives. Ces résultats mettent en évidence le rôle positif de l'acquisition du matériel dans les zones les plus proches des structures d'encadrement, comparativement à une implantation dans le pôle rural. Le coefficient non significatif du mode d'acquisition du matériel (Héritage ou achat) dans les exploitations peu productives indique l'inefficience des politiques de mécanisation sur la production du mil sanio. En supprimant les goulots d'étranglement qui peuvent se situer au niveau de la préparation du sol, du semis et du désherbage, l'acquisition du matériel agricole permet à un actif seul d'exploiter de plus grandes surfaces (Touzard, 2009).

Le coefficient positif et significatif de la variable âge indique une influence de l'intensification de la production dans les exploitations traditionnelles. Cela peut s'expliquer par le fait que les jeunes producteurs de mil ont plus tendance à adopter les technologies modernes pour améliorer la production et la gestion agricole. L'âge est souvent un bon proxy de l'expérience agricole. Nos résultats sont corroborés par Mounirou (2015) qui trouve que l'âge et l'expérience sont significatifs dans le type traditionnel. En effet, les exploitants ont tendance à développer une certaine

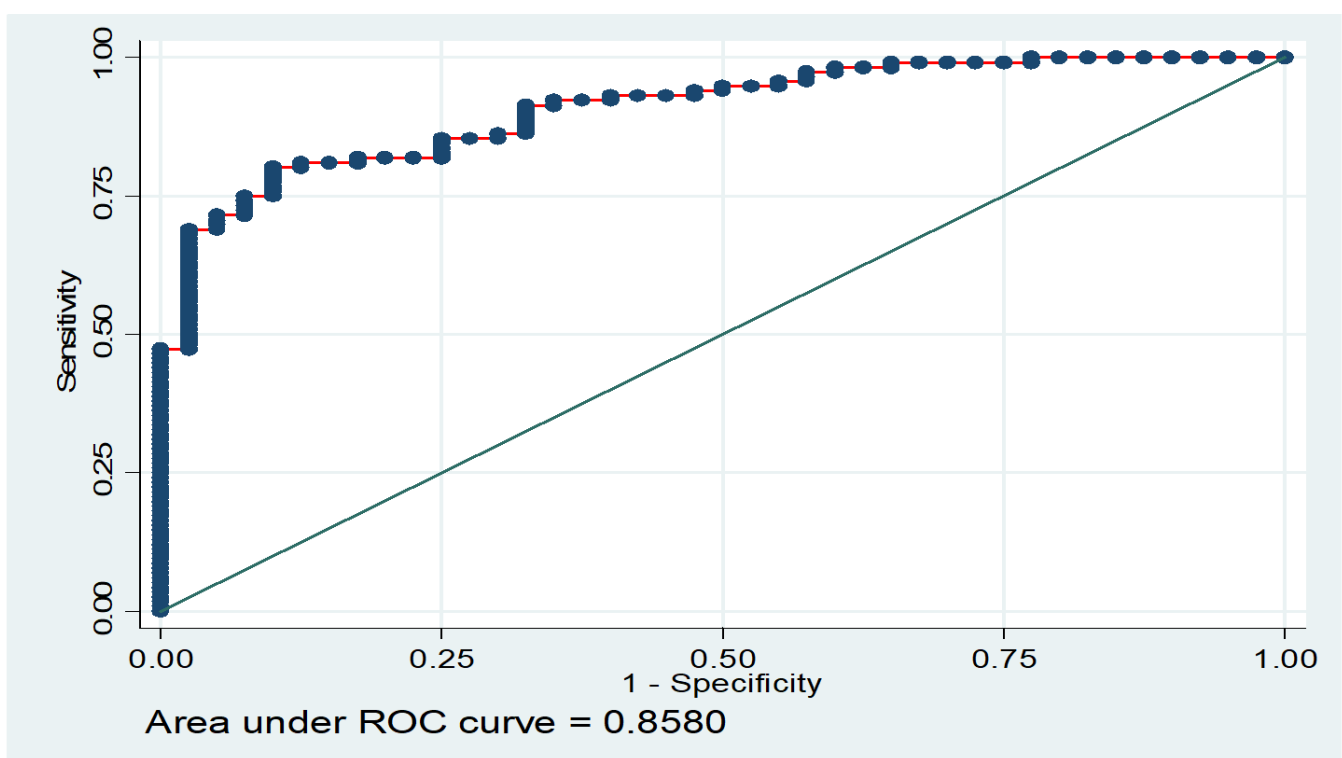


Figure 3: Courbe d'évaluation de la qualité prédictive du modèle

expertise concernant les meilleures pratiques d'utilisation des inputs (Selmi *et al.*, 2015).

La pluviométrie a une influence positive et significative tous les types d'exploitations de la zone. Les variations des conditions climatiques pourraient avoir une influence considérable sur les rendements des cultures céréalières. Toutefois, l'effet économique de la variation des températures est plus important que celui de la variation des précipitations sur le rendement des produits céréaliers. En effet, une baisse de 1°C de la température entraîne une réduction des rendements de 111,2 kg/ha; alors qu'une baisse de 1 mm des précipitations fait régresser les rendements de 0,796 kg/ha (Faye *et al.*, 2018). A la lumière de ces enjeux, plusieurs technologies peuvent être générées par la recherche et proposées à la vulgarisation. Ces technologies peuvent être réparties en quatre catégories: les variétés améliorées, les pratiques culturales, la défense des cultures et les méthodes de stockage.

Dans la zone, la variable appui des ONG influence de façon positive l'intensification de la production dans les exploitations traditionnelles, peu productives et très productives. Ces résultats s'expliquent par le fait que les ONG fournissent généralement des semences certifiées et un appui technique. Ces résultats montrent que les exploitations vont entrer dans une logique de production beaucoup plus rentable. Les nouvelles orientations facilitent la transformation du mil sous formes de farine «Araw». Les ONG et le secteur privé ont fait leur apparition dans le contexte de la libéralisation et d'ouverture du secteur agricole. Le rôle positif de ces ONG se présente comme garants pour les exploitations dans le mécanisme de financement. Ainsi, Mulhubran *et al.*, (2012) avaient déjà trouvé un effet positif de l'appui des ONG sur l'intensification de la production agricole.

CONCLUSION

L'objectif cette étude est d'identifier les facteurs d'intensification du système de production selon les types d'exploitations agricoles. La méthodologie empirique utilisée combine une analyse statistique multifactorielle et régression linéaire du modèle logistique. Toutefois, les exploitations agricoles familiales peuvent être classées en trois types: les exploitations traditionnelles (avec de petites tailles), peu productives ou semi-modernes (tournée vers diversification de la production) et très productives ou modernes (utilisant des facteurs pour une production commerciale).

Les résultats ont montré que le recours à la main d'œuvre familiale, le montant du crédit, l'appui des ONG et l'acquisition de terres par héritage augmente les rendements sur l'intensification de la production dans les exploitations traditionnelles. L'ethnie, le montant du crédit, l'accès aux engrais et l'appui des ONG renforcent l'intensification des rendements dans les exploitations peu productives ou semi-modernes. Les variables ethnie, l'accès aux engrais, l'appui des ONG, l'acquisition des terres par achat encouragent l'intensification de la production dans les exploitations très productives ou moderne. Cependant, le recours à la main-d'œuvre familiale et le montant du crédit agricole diminuent les rendements dans les exploitations très productives ou modernes.

Ces résultats sont particulièrement importants pour la conception des politiques visant à élaborer les stratégies d'intensification efficace pour faire face aux impacts potentiels des changements globaux. Les politiques publiques peuvent jouer un rôle important pour aider les exploitations à utiliser les facteurs d'intensification dans les types d'exploitations. La typologie est nécessaire pour mieux comprendre la dimension comportementale des exploi-

Tableau 4: Résultat de l'estimation du modèle logit selon les types d'exploitation

| Variables | Type 1 Exploitations traditionnelles | | Type 2 Exploitation semi-modernes | | Type 3 Exploitations modernes | |
|-----------------------|---|------------|--------------------------------------|------------|----------------------------------|------------|
| | Coefficients | Écart-type | Coefficients | Écart-type | Coefficients | Écart-type |
| Région | 0,064 | 0,032 | -1,131 | 1,437 | -0,274 | 1,475 |
| Ethnie | -0,40 | 0,199 | 0,289** | 0,094 | 0,092* | 0,084 |
| Age | 0,043** | 0,023 | 0,078 | 0,344 | 0,013 | 0,002 |
| Acquisition matériel | | | | | | |
| Héritage | 0,572** | 0,023 | 0,860 | 0,572 | -0,725 | 0,450 |
| Achat | -0,5760 | 0,403 | 1,840 | 0,108 | 0,641** | 0,329 |
| Montant du crédit | 0,034** | 0,004 | 0,049*** | 0,019 | -0,062** | 0,746 |
| Appui ONG | 0,350** | 0,065 | 1,493** | 0,569 | 0,697** | 0,482 |
| Qualité semence | 0,110 | 0,148 | -2,350 | 1,752 | -1,477 | 0,139 |
| Accès aux engrais | -0,636 | 0,332 | 0,877** | 0,135 | 0,342** | 0,275 |
| Main d'œuvre | 0,343* | 0,035 | 0,542 | 0,113 | -1,812** | 0,263 |
| Niveau instruction | -0,491 | 0,469 | 2, 31 | 1,275 | -0,383 | 0,397 |
| Pluviométrie | 0,354** | 0,023 | 0,892** | 1,354 | 0,567** | 0,483 |
| Constant | 2,35 | 2,037 | 4,43 | 2,996 | -1,085 | 1,623 |
| Observations | 156 | | 75 | | 156 | |
| Prob>chi2 | 0,008 | | 0,001 | | 0,003 | |
| Pseudo R ² | 0,104 | | 0,120 | | 0,050 | |
| AIC | 0,282 | | 0,274 | | 0,295 | |

Niveaux de significativité : * :10% ** :5% *** : 1%

tants. La limite de cette étude est que le montant du crédit a un effet négatif sur l'intensification des exploitations très productives.

En termes de perspectives, il serait intéressant d'intégrer l'hétérogénéité spatiale dans les résultats de cette étude, en tenant compte des spécificités par région. Cela permettrait aux politiques agricoles de mieux cibler leurs interventions dans la zone de production de cette spéculatation tant importante à la sécurité alimentaire qu'à l'accroissement du revenu et à la génération d'emplois via la transformation céréalière. Une piste de recherche consisterait donc à identifier la nature des effets de groupe constatés par l'accès au crédit pour évaluer son impact sur l'efficacité technique de la production du mil sanio.

RÉFÉRENCES

- Adolph B., Allen M., Beyuo E., Banuoku D., Barrett S., Bourgo T., Zongo A. F. (2021). Supporting smallholders' decision making: managing trade-offs and synergies for sustainable agricultural intensification. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 19: 456-473.
- Baldé B.S., Kobayashi H., Nohmi M., Ishida A. (2014). An analysis of technical efficiency of Mangrove rice production in the Guinean Coastal Area. *Journal of Agricultural Science*, 6: 179.
- Bamba B., Gueye M., Ngom D., Ka S. (2019). Caractérisation des pratiques locales du mil sanio [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br] en zone soudanienne humide au Sénégal. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 13: 1054-1063.
- Doukpolo B. (2014). Changements climatiques et productions agricoles dans l'Ouest de la République Centrafricaine, Thèse de troisième cycle, Université d'Abomey Calavi (UAC), République du Bénin, 338 p.
- Gathala M.K., Laing A.M., Tiwari T.P., Timsina J., Rola-Rubzen, F., Islam S., Gerard, B. (2021). Improving smallholder farmers' gross margins and labor-use efficiency across a range of cropping systems in the Eastern Gangetic Plains. *World Development*, 138: 105266.
- Mballo I., Sy O. (2021). Variabilité pluviométrique et insécurité alimentaire au Sénégal: le cas de la Haute Casamance. *Climate change and Food Security in West Africa*, Actes de la Conférence à Dakar 17-18 Novembre, 2019, p. 2637- 3645.
- Sène A.M., Mballo I., Sy O. (2019). Aménagements agricoles et sécurité alimentaire au Sénégal: cas de la Haute Casamance (Sénégal). *Espace Géographique et Société Marocaine*, 27:85-103.
- Mounirou I. (2015), Perception et adoption des innovations techniques agricoles dans le bassin cotonnier de Banikoara au Bénin. *African Journal of Agricultural and Resource Economics*, 10: 87-102.
- Mulubrhan A., Asfaw S., Shiferaw B. (2012). Welfare impacts of maize-pigeonpea intensification in Tanzania. *Agricultural Economics*, 43: 27-43.
- Mukhtar U., Mohamed Z., Shamsuddin M.N., Sharifuddin J., Bala M. (2018). Econometric analysis of technical efficiency of pearl millet farmers in Kano State, Nigeria. In E3S Web of Conferences 52, EDP Sciences.
- Salau S., Adewumi M., Omothes O. (2012). Technical efficiency and its determinants at different levels of intensification Nigeria. *Ethiopian Journal of Environment Studies and Management*, 5: 195-206.
- Selmi S., Ali S.B., Hadded S. (2015). Accès aux crédits bancaires et efficacité technique des exploitations agricoles dans les périmètres irrigués du gouvernorat de Tataouine dans le Sud-Est tunisien. *New Medit*, 1: 75-80.
- Simonyan J., Umoren B., Okoye B. (2011). Gender differentials in technical efficiency among maize farmers in Essien Udim local government area, Nigeria. *International Journal of Economics and Management Sciences*, 1: 17-30.
- Somda BB, Ouattara AB, Serme I, Pouya MB, Lompo F, Taonda. SJP, Sedogo PM. (2017). Détermination des doses optimales de fumures organo-minérales en microdose dans la zone soudano-sahélienne du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 11: 670-683.
- Touzard I. (2009). Évaluer la productivité de l'agriculture familiale: aiguisons nos outils de mesure. *Grain de sel*, 48: 33-35.
- Udry C. (2010). The economics of agriculture in Africa: Notes toward a research program. *African Journal of Agriculture and Resource Economics*, 5: 284-299.
- Zeinabou H, Mahamane S, Bismarck NH, Bado BV, Lompo F, Bationo A. (2014). Effet de la combinaison des fumures organo-minérales et de la rotation niébé-mil sur la nutrition azotée et les rendements du mil au sahel. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8: 1620-1632.