
Actes de la troisième Conférence internationale sur la Francophonie économique

VERS UNE ÉCONOMIE RÉSILIENTE, VERTE ET INCLUSIVE

Université Cheikh Anta Diop de Dakar – Sénégal, 16 – 18 mars 2022

**ANALYSE DU CHOIX DES PRATIQUES D'INTENSIFICATION ET CARACTERISTIQUES
DES EXPLOITATIONS DU MIL SANIO DANS LES REGIONS DE KOLDA ET DE SEDHIOU
(SENEGAL)**

SANDJIRY DIOP

Doctorant en Économie, Université Alioune Diop, Bambey, Sénégal
sandjiry.diop@uadb.edu.sn

MADICKE MBODJ NDIAYE

Professeur, Maître de Conférences, Université Alioune Diop, Bambey, Sénégal
madickembodj.ndiaye@uadb.edu.sn

IBRAHIMA DIALLO

Professeur, Maître de Conférences, Université Alioune Diop, Bambey, Sénégal
pibdiallo@gmail.com

BABACAR SENE

Professeur, titulaire des universités, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal
babacar.sene@gmail.com

RÉSUMÉ – Dans le contexte actuel d'une agriculture sénégalaise tournée vers les cultures de rente, une attention particulière est portée sur les pratiques d'intensification dans les politiques de programme agricole pour une souveraine alimentaire. Les exploitations sont confrontées à une baisse des rendements dans les exploitations agricoles avec les changements climatiques. L'objectif de ce papier est d'analyser le choix des pratiques d'intensification selon les caractéristiques des exploitations dans la Haute Casamance. L'approche méthodologique utilise les quotients de localisation pour montrer le niveau de concentration de la production du mil dans les régions et le modèle logit conditionnel à classe latente pour analyser le choix des pratiques d'intensification dans les types d'exploitation. Les résultats de l'étude montrent une corrélation entre les quotients de localisation du mil et les pratiques d'intensification dans la région de Sédhiou et de Kolda. L'estimation du modèle logit conditionnel à classe latente montre que les pratiques du Zaï et cordon pierreux, le défrichement amélioré, les engrais chimiques et organiques et les semences améliorées impactent sur les types d'exploitations traditionnelle, peu productives (semi-modernes) et très productives ou moderne. Ces résultats impliquent la prise en compte des pratiques d'intensification dans les politiques et programme d'intensification.

Mots-clés : Quotient de localisation, Logit conditionnel, Mil sanio et Pratique d'intensification

Les idées et opinions exprimées dans ce texte n'engagent que leur(s) auteur(s) et ne représentent pas nécessairement celles de l'OFE ou de ses partenaires. Aussi, les erreurs et lacunes subsistantes de même que les omissions relèvent de la seule responsabilité de ou des auteurs.

1 . Introduction

En Afrique, l'accroissement de la production agricole provient principalement de la croissance des facteurs traditionnels de production (travail, terre, bétail), avec un accent particulier sur l'expansion des surfaces cultivées et l'utilisation abondante de la main-d'œuvre (Djoumessi, et al., 2019). De surcroît, les nouvelles technologies agricoles sont considérées comme une alternative de sortie de la pauvreté pour plusieurs économies en développement (Ndiaye, 2021). Ainsi, les niveaux de productivité de l'agriculture africaine sont relativement faibles comparativement à ceux d'autres régions en développement (Udry, 2010). Dans les systèmes intensifs, les rendements, c'est-à-dire les productions par unité de surface sont généralement élevées (Touzard, 2009). Par conséquent, les opportunités offertes par les innovations technologiques vis-à-vis des semences améliorées, de l'engrais et des équipements agricoles sont devenus des stratégies essentielles pour améliorer l'efficacité technique des économies en développements (Nkamleu, 2004). L'option des politiques agricoles vers l'amélioration de l'efficacité technologique, c'est-à-dire sur les méthodes d'intensification agricole dans les années 1970 à 2000, a permis la progression de 15% de la production des systèmes agricoles traditionnels (Diagne, 2014).

Les théories de la croissance et de productivité agricole montrent que les mutations technologiques ont joué un rôle essentiel sur la transformation structurelle de l'économie et l'amélioration du bien-être dans les pays en développement (De Javry, 2015 ; Banque mondiale, 2007). Le modèle de base des ménages agricoles fournit un point de départ utile pour réfléchir sur caractéristiques environnementales dans lequel les agriculteurs africains opèrent qui fournissent des hypothèses initiales sur les raisons pour lesquelles les rendements en intensité sont faibles (Udry, 2010). Des recherches s'intéressent aux pratiques qui permettraient de favoriser l'adhésion d'un large nombre d'agriculteurs sur un même territoire afin d'assurer une productivité. Ces pratiques permettent de profiter d'économies d'échelle sur les coûts de mise en œuvre et d'initier un effet d'entraînement susceptible de faire évoluer les types d'exploitations de façon pérenne (Kuhfuss, 2014).

Dans le contexte actuel d'une agriculture sénégalaise tournée vers les cultures de rente, une attention particulière est portée sur les pratiques d'intensification dans les politiques de programme agricole pour une souveraine alimentaire. L'inadéquation entre l'offre et la demande des produits alimentaires suite à de nouvelles habitudes de consommation ont progressivement fait émerger des préoccupations relatives à la durabilité des agrosystèmes pluviaux. La zone agroécologique de la Haute Casamance caractérisées par un bon potentiel de production. L'amélioration de la productivité pourrait être une voie essentielle pour réduire la pauvreté et l'insécurité alimentaire (Pingali, 2012).

La justification à cette problématique des pratiques d'intensification en agriculture dans cette zone est née des constats de la baisse des rendements dans les exploitations agricoles avec les changements climatiques. Mais dans ces zones pluviales, la faible productivité des cultures est due à de nombreux changements globaux, y compris l'inaccessibilité des facteurs de production (semences améliorées, les engrais, et les équipements agricoles) et les facteurs environnementaux

(les ravageurs, les maladies et les mauvaises herbes) (Pingali, 2012). Cependant, plusieurs pratiques ont été mises en place par la recherche dans les régions pour répondre à cette situation notamment : (i) les techniques de conservation du sol et de l'eau (Zaï, demi-lune, cordon pierreux, etc.) ; (ii) les techniques de gestion intégrée des cultures (rotation ou succession culturale, le défrichement amélioré) et (iii) les techniques de gestion intégrée de la fertilité du sol (les engrais chimiques et organiques) (Diaby, 2020). Ainsi la question posée est de savoir : quelles sont les pratiques d'intensification adaptées dans les types d'exploitations dans la zone ?

L'objectif de ce papier est triple. Il s'agit : d'analyser le niveau de concentration des rendements en fonction des pratiques dans les zones et de montrer le choix des pratiques d'intensification selon les caractéristiques des exploitations et les déterminants. Des approches de mesure particulière se dégagent plus souvent dans la littérature empirique. Ainsi, la modélisation qui nous intéresse ici est non ordonnée. L'approche économétrique utilisée dans l'étude pour le choix des pratiques est le modèle Logit Conditionnel à classe latente. Le plan adopté se présente dans la section 2 une revue de la littérature sur la synthèse de travaux empiriques des approches méthodologiques et les déterminants de choix des pratiques. La section 3 est réservée à la méthodologie présentant les données et l'application des méthodes prédéfinies. La section 4 présente les résultats et les discussions et enfin la dernière section se termine par une conclusion pour résumer les différentes remarques retenues.

2. Revue de la littérature

Les travaux portant sur l'adoption des nouvelles technologies en agriculture permettent d'identifier quelques éléments théoriques de base. Dans la théorie de la production plusieurs transformations de l'agriculture vont être observées par les premiers économistes. Les premiers travaux économiques vont se pencher sur la compréhension des phénomènes à partir d'analyse d'impact sur les activités plus particulièrement sur le secteur agricole. C'est le cas des physiocrates qui avancent que l'efficacité de l'agriculture est causée par les nouvelles méthodes de production. Le producteur fonde sa décision d'adoption des technologies sur la base du principe de rationalité notamment l'hypothèse de maximisation de l'utilité de la théorie néoclassique. Associés à une vision consensuelle du progrès et du développement dans l'agriculture, les travaux sur l'innovation se réfèrent à Schumpeter 1935 et sont marqués par une vision diffusionniste et pragmatique (Faure et al. 2018). L'innovation s'intègre dans un processus d'intensification de la production issu du courant de la révolution verte initiée dans les années 1960 (Dugué et al., 2016). D'autres prolongements des travaux ont intégré la théorie du comportement adaptatif dans les années 1960-1970 sur l'approche microéconomique de la théorie de la production (Chia, 2014). Dans la littérature sur la révolution agricole, trois grandes approches se caractérisent par la modernisation des pratiques agricoles, l'intensification des systèmes de production et une forte tendance à la diversification des produits.

Les problèmes fondamentaux relatifs à l'évolution dans le long terme des exploitations portent sur l'adoption du progrès technique et sur les transformations structurelles de ces exploitations. D'après Udry (2010), les transformations technologiques occupent une place fondamentale dans l'économie développement. L'adoption des pratiques d'intensification intègre les questions microéconomiques par les questions : Comment ? Quand ? Et combien produire ? Les pratiques d'intensification par définition renvoient ici à toutes les nouvelles approches innovatrices capables d'apporter des changements positifs dans les systèmes de production agricoles. La littérature nous

enseigne que les bien-fondés pratiques d'intensification agricoles dans le processus de développement est l'accroissement des productions agricoles (Hailu et al. 2014).

Dans un contexte d'enclavage dans la théorie de la production, l'adoption des pratiques d'intensification a un effet sur la productivité des céréales, ne serait que par une augmentation des rendements. De ce fait, les pratiques relatives à l'intensification nécessitent des conditions préalables en termes d'investissements publics comme institutionnels.

Dans la littérature, plusieurs travaux se sont concentrés sur l'adoption, la diffusion des pratiques d'intensification et les facteurs influençant le choix des pratiques dans les types d'exploitations agricoles. Une partie de cette littérature s'est penchée sur les facteurs socio-économiques tels que l'âge, l'expérience et le niveau d'éducation, la taille de l'exploitants (Dossa et al, 2018 ; Yabi et al., (2016) ; Rutakayingabo, et al., (2016) ; Kuhfuss, (2014). Une autre partie a étudié les facteurs liés aux comportements des agriculteurs tels que la motivation, l'organisation institutionnelle, la formation et l'encadrement, l'accès aux crédit les croyances et la coopération (Thiombiano et al., en (2018) ; Mounirou en (2015)).

Diaby et al, (2020) ont analysé des déterminants de l'adoption de la Régénération Naturelle Assistée (RNA) dans la zone soudano-sahélienne par le modèle Logit. Les résultats de l'estimation montrent que la formation en RNA, l'utilisation des fertilisants, la perception sur la fertilité des champs et les revenus entraînent une augmentation de la probabilité d'adoption de la RNA. Par contre l'âge, l'accès au crédit, la possession du bétail et la perception sur le choc climatique ont une influence négative sur l'adoption de la RNA.

Dans la même dynamiques Saïd et al., en (2018) ont étudié les préférences des agriculteurs pour un contrat plus flexible avec le modèle Logit conditionnel. Les résultats de l'estimation ont montré que la probabilité de participer aux pratiques des agriculteurs appartenant aux classes sont influencés par l'âge, le conseil et la subvention agricole. La limite est le choix des pratiques de base étant donné que les pratiques ne sont pas exclusives. La problématique d'homogénéité des exploitations apparait avec hétéroscédasticité sans l'utilisation des clusters.

Dossa et al., en (2018) ont analysé l'adoption de la pratique du coton biologique à travers un modèle de régression logistique. Les résultats de l'étude ont montré que les caractéristiques socio-économiques (âge, taille, accès au crédit) des producteurs ainsi que la distance entre les champs et les ménages des producteurs sont les principaux facteurs qui influencent leur choix de produire ou non par la pratique du coton biologique. Dans le même sens, Yabi et al., (2016) ont analysé les déterminants socio-économiques de l'adoption des pratiques culturales de gestion de la fertilité des sols utilisées dans la commune de Ouaké au Nord-Ouest du Bénin avec le modèle Logit. Les résultats révèlent que le sexe, le mode de faire-valoir des terres mises en culture, l'appartenance à un groupement et l'accès à l'engrais minéral ont une influence positive sur l'adoption de la fumure minérale. Tandis que le nombre d'actifs agricoles et l'appartenance à un groupement ont un impact négatif sur la pratique d'agroforesterie. Ce phénomène correspond à une vocation traditionnelle de la production, à savoir générer des pratiques croisées permettant d'établir la corrélation avec la production. Ceci est d'autant plus vrai que dans la plupart des applications observées dans la littérature, les choix des stratégies appartiennent à différentes exploitation d'une même zone. Ce qui remet alors en cause l'utilité de cette méthode dans ce contexte.

Kuhfuss et al., (2014) ont étudié préférences individuelles et incitations collectives pour l'adoption des pratiques des herbicides par les viticulteurs grâce au modèle Logit conditionnel au Languedoc Roussillon. Les modèles à classes latentes se basent à la fois sur les choix faits par les répondants

et sur un certain nombre de variables explicatives pour déterminer les classes. L'estimation montre que l'âge de l'exploitant, la formation agricole augmente la probabilité de la pratique de réduction de l'herbicide selon les classes de producteurs.

L'originalité de cette étude est d'explorer les liens de causalité entre l'adoption des pratiques et les types d'exploitations agricoles est moins développé dans la littérature. Mais, le fait est que les pratiques d'intensification améliorent la productivité qui se traduit par une bonne rentabilité des cultures. Cette chaîne de réflexion dans la littérature peut justifier la corrélation entre les pratiques d'intensification et les caractéristiques des exploitations agricoles et des exploitants. Ainsi, il est important d'explorer ce sujet pour une connaissance du choix des pratiques d'intensification dans les types d'exploitations agricole.

3. Méthodologie

La méthodologie repose sur deux piliers : une analyse descriptive en utilisant les quotients de localisation et celle économétrique avec le modèle Logit conditionnel.

3.1. Calcul du quotient de localisation

Le quotient de localisation correspond simplement au rapport entre le pourcentage de l'emploi local ou de la production d'un secteur quelconque et le pourcentage équivalent de secteur de référence¹.

$$\text{Quotient de localisation} = LQ_{1j} = \frac{E_{1i}/E_j}{E_1/E_n} \quad (1)$$

E_{1j} : Production du mil dans la région j

E_j : Production totale de céréales dans la zone j

E_1 : Production du mil dans l'ensemble des régions ;

E_n Production totale de céréales de l'ensemble des régions (n) ;

Une valeur supérieure à 1 signifie une concentration plus que proportionnelle dans la région. Cette information est utile pour comparer la structure de production d'une région à celle d'autres ensembles territoriaux. Cette localisation peut être géographique, relationnelle, ou organisationnelle.

3.2. Spécification du modèle Logit conditionnel à classe latente

À l'origine, les modèles logit conditionnel ont été introduits depuis la fin des années 60 par McFadden (1968) pour expliquer les choix discrets dont l'objectif est de comprendre les choix des individus. Suivant ces théories, l'utilité U procurée par le bien (ou l'alternative) i , caractérisé par un vecteur X_i de K attributs k , à un individu n caractérisé par un vecteur Z_n de A caractéristiques observables. La fonction $U_{n,i}$ est composée d'une partie déterministe et observable $V(X_i Z_n)$, et d'une partie aléatoire non observable $\varepsilon(X_i Z_n)$:

$$U_{n,i} = V(X_i + Z_n) + \varepsilon(X_i Z_n) \quad (2)$$

¹ Isard W., (1960), *Methods of regional analysis : an introduction to regional science*. Cambridge,

La partie observable de cette fonction d'utilité dépend des attributs X_{ik} et du poids de ces attributs dans l'utilité procurée par le bien i , représenté par les paramètres β_{ik} du vecteur β_i . Elle est également fonction des caractéristiques z_{an} , et de leur poids α_{an} dans la fonction d'utilité :

$$V(X_i, Z_n) = \sum_{k=1}^K \beta_{ik} X_{ik} + \sum_{a=1}^A \alpha_{an} Z_{an} \quad (3)$$

La probabilité P_{in} qu'un individu n choisisse l'alternative i parmi l'ensemble C des alternatives qui lui sont proposées correspond à la probabilité que cette alternative i soit celle qui lui procure la plus grande utilité :

$$P_{in} = P[V_{in} + \varepsilon_{in} > V_{jn} + \varepsilon_{jn}, \forall j \in C, j \neq i] \quad (4)$$

$$P_{in} = P[\varepsilon_{jn} < V_{in} - V_{jn} + \varepsilon_{in}, \forall j \in C, j \neq i] \quad (5)$$

Les termes d'erreur ε_{in} étant inobservables, on suppose que les ε_{in} sont indépendamment et identiquement distribués (IID) au sein de cette population et entre les alternatives selon une distribution. On a alors :

$$P_{in} = \frac{\exp(\beta'_i X_i)}{\sum_{j \in C} \exp(\beta'_j X_j)} \quad (6)$$

De plus, on suppose avec un modèle LCM ((latent class model) que les β_{ik} sont les mêmes pour tous les individus, ce qui ne permet pas de prendre en compte l'hétérogénéité des préférences au sein de la population. Le modèle à classe latente) suppose que les membres d'une même «classe» $s \in S$ ont un vecteur de paramètres β_s , où S est une partition de la population. On estime alors les différents vecteurs β_s pour chacune des classes identifiées dans la population ciblée.

La population totale est donc partitionnée en S classes au sein desquelles les préférences sont homogènes et les ε_{in} sont Identiques et Indépendamment Distribuées (IID), mais entre lesquelles les préférences sont hétérogènes (Greene and Hensher, 2003). On obtient ainsi, pour chaque classe s :

$$P_{in/s} = \frac{\exp(\beta'_{si} X_i)}{\sum_{j \in C} \exp(\beta'_{sj} X_j)} \quad (7)$$

Et pour l'ensemble de l'échantillon

$$P_{in} = \sum_{s=1}^S M_{n,s} \frac{\exp(\beta'_{is} X_i)}{\sum_{j \in C} \exp(\beta'_{js} X_j)} \quad (8)$$

Avec $M_{n,s}$ la probabilité d'appartenance de n à la classe s

Les β'_j constituent les paramètres à estimer, avec i allant de 0 à 4 pratiques, n est compris entre 1 à 200 exploitants. La spécification empirique du modèle s'écrit :

$$\begin{aligned} \text{conditionnellogit Prat}_j \\ = \alpha_0 + \alpha_1 \text{Org_soc}_i + \alpha_2 \text{Main_ouvr}_i + \alpha_3 \text{Acq_mat}_i + \alpha_4 \text{Tail_exp}_i + \alpha_5 \text{Prod}_i \\ + \alpha_6 \text{Ac_cred}_i + \alpha_7 \text{Quant_sem}_i + \alpha_8 \text{Qual_sol}_i + \alpha_9 \text{An_exp}_i + \alpha_{10} \text{For_agr}_i \\ + \varepsilon_{ij} \quad (9) \end{aligned}$$

Les α_i sont les paramètres du modèle.

La pratique de la rotation constitue l'alternative de base. La superficie moyenne de terre possédée est de 9,42 ha par les producteurs enquêtés. Elle est exploitée à hauteur de 70% dont les 30% sont destinées à la culture du mil sanio. La surface moyenne de mil sanio est de 1,98 hectare donc les exploitations peuvent pratiquer aisément la rotation ou la succession culturale.

Tableau 1: Signification des variables des modèles

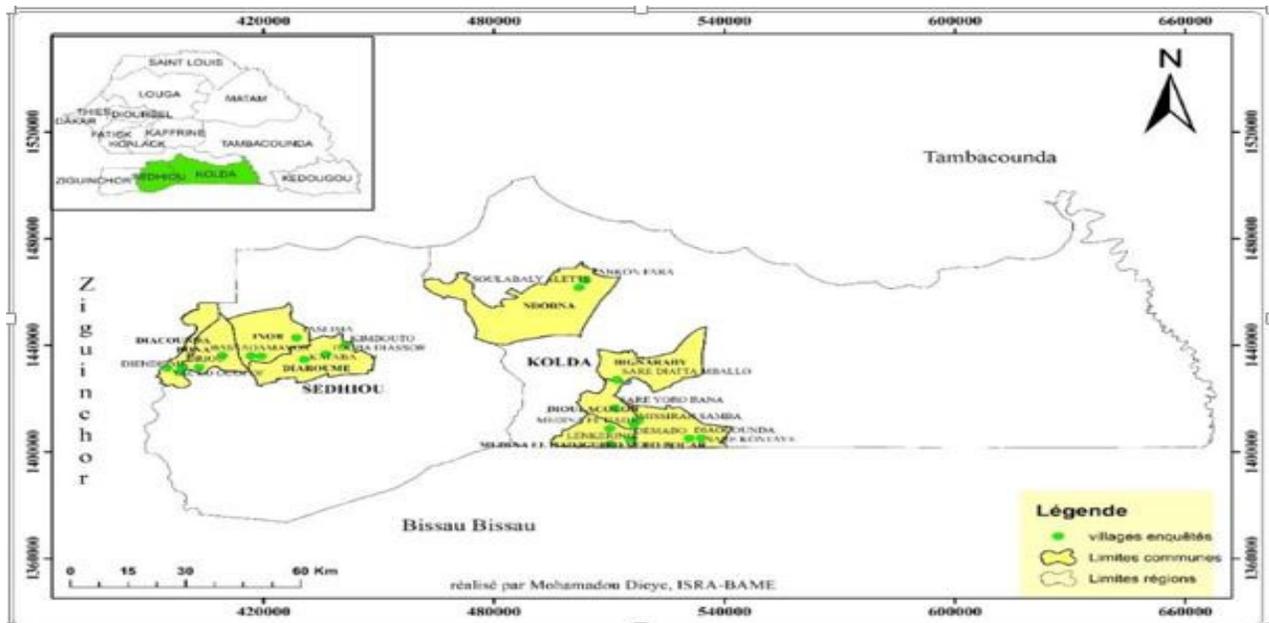
Variables	Signification	Variables	Signification
<i>Org_soc</i>	Organisation sociale	<i>For_agr</i>	Formation agricole
<i>Prod</i>	Production	<i>Ac_cred</i>	Accès au crédit
<i>Taille</i>	Taille de l'exploitation	<i>Qual_sol</i>	Qualité du sol
<i>An_exp</i>	Année d'expérience	<i>Acq_mat</i>	Acquisition du matériel
<i>Main_oeuvr</i>	Main-œuvre	<i>Prat 2</i>	Défrichement amélioré
<i>Prat 0</i>	Rotation et succession	<i>Prat 3</i>	Semences améliorées
<i>Prat 1</i>	Zaï et cordon pierreux	<i>Prat 4</i>	Engrais chimique et organique

Source : Auteur, 2021

3.3. Présentation de la zone et description des données

Les données de l'étude sont le fruit des enquêtes de terrain réalisées en 2017 et 2018. 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), Sédhiou (12°42'29'' N 15°33'25'' O)). Ainsi, un échantillonnage raison est fait pour les différents systèmes de production et un échantillonnage aléatoire sera privilégié. L'échantillon concerne 23 villages dont 9 exploitants sont interrogés. En effet, 200 exploitants agricoles ont finalement été obtenus dans le cadre de cette recherche.

Figure 1: Présentation de la zone d'étude



Variables	Description Des variables	Moyenne	Écart-type	Minimum	Maximum
Production mil sanio	Continue	577,96	375	100	2360
Taille exploitation mil	Continue	1,66	0,84	1	5
Année d'expérience	Continue	9,63	2,87	4	20
Main-œuvre	Continue	13,29	8,47	2	40
Variables	Description	Proportion dans l'échantillon			
Acquisition matériel	1 : Héritage	49%			
	2 : Achat	14%			
	3 : Autre	10%			
Accès au crédit	1 : Oui,	45%			
	0 : Non	65%			
Organisation sociale	1 : Oui	54.5%			
	0 : Non	45.5%			
Formation agricole	1 : Oui	32%			
	0 : Non	68%			
Qualité du sol	1 : Élevé	23%			
	2 : Faible	30%			
	3 : Très faible	47%			

Source : Auteur, 2021

4. Résultats et discussions

4.1. Analyse des pratiques agricoles et quotient de localisation

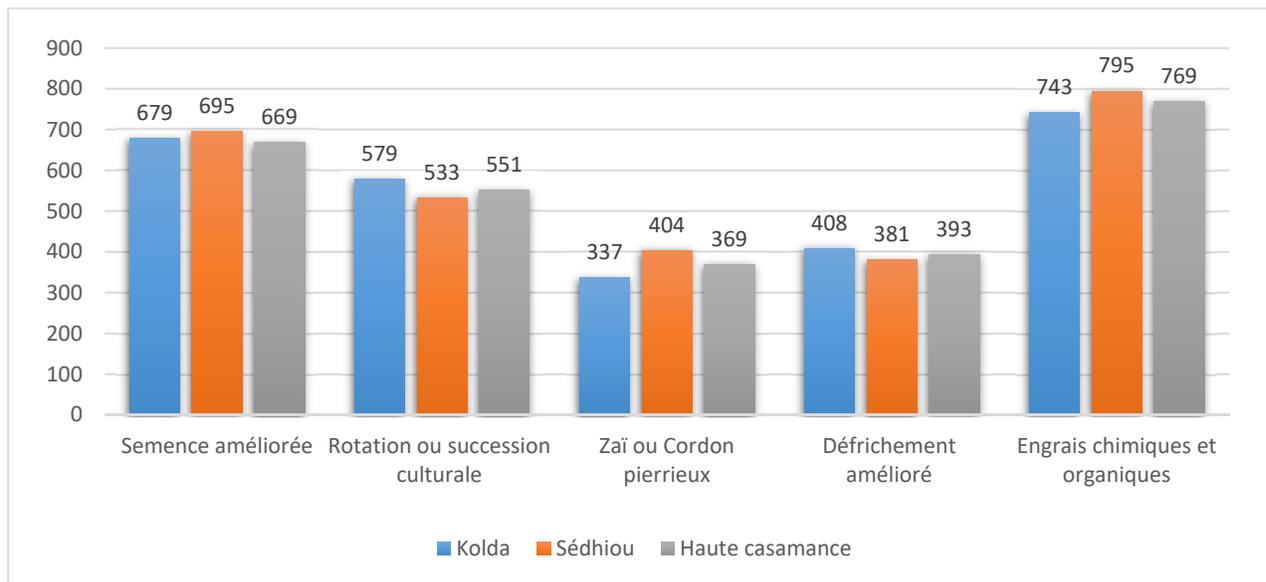
L'analyse des pratiques d'intensification dans le tableau 3 montre une très grande diversité en fonction des caractéristiques de l'exploitation et des exploitants. Les statistiques montrent que 55,38% et 46% des exploitants qui utilisent respectivement la rotation ou la succession culturale et technique Zaï ou cordon, pierreux sont des exploitations traditionnelle (avec de grande taille et production faibles). Les exploitations peu productives (semi-moderne tournées vers diversification de la production) pratiquent plus les semences améliorées pour 40% des exploitants et le défrichement amélioré par 39,5% des exploitants. Au-delà des deux types, les exploitations très productives ou moderne (utilisant des facteurs pour une production commerciale) appliquent 52% et 35,13% les pratiques les engrais chimiques et organiques et les semences améliorées. Ces résultats confirment l'hétérogénéité dans exploitations agricoles en fonction des potentialités qui se caractérisent par la qualité des sols et le niveau des intrants.

Tableau 3 : Répartition des différentes pratiques suivant les classes

Typologie Pratiques d'intensification	Type 1 (traditionnelles)	Type 2 (peu productives ou semi-moderne)	Type 3 (très productives ou modernes)
Semences améliorées	15,32%	45,54%	39,14%
Rotation ou succession culturale	55,38%	27,69%	16,92%
Zaï ou cordon pierreux	46,42%	28,57%	25%
Défrichement amélioré	35,5%	39,5%	25%
Engrais chimiques et organiques	14,70%	32,35%	52,29%

Source : Auteur, 2021

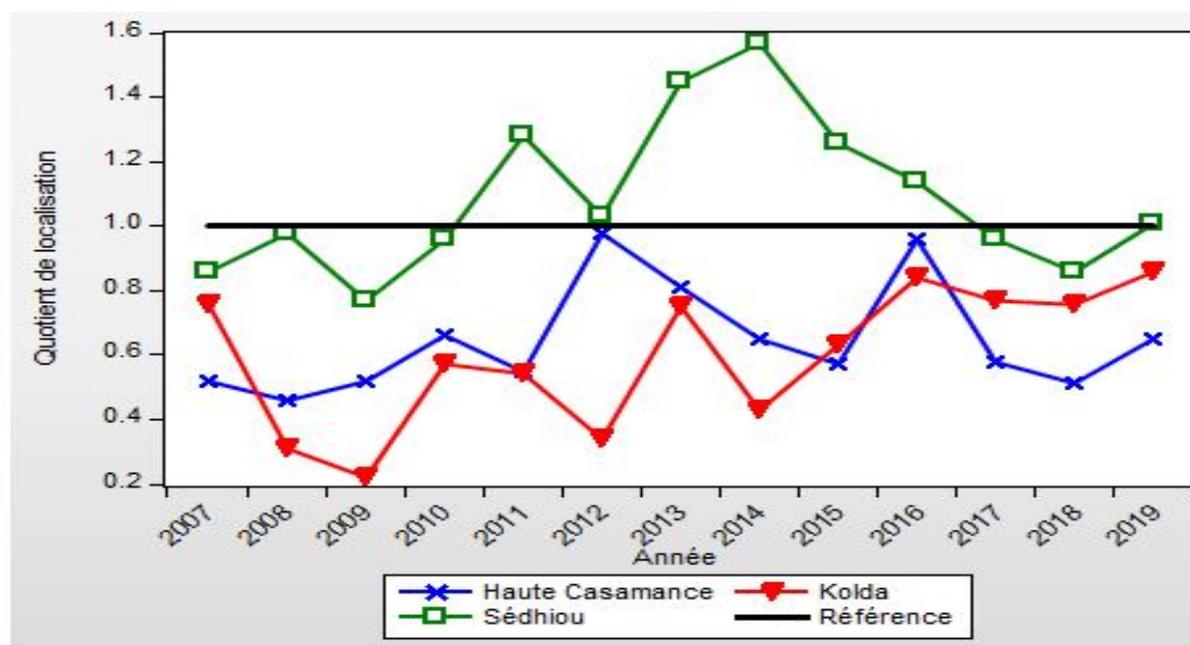
La figure 2 montre que la pratique des engrais chimiques et organiques donne des rendements plus élevés de 795 et 743 kg/ha dans les régions de Sédhiou et de Kolda qui sont plus appliqué par les exploitations très productives ou moderne (utilisant beaucoup des facteurs, pour production commerciale).

Figure 2 : Répartition des rendements des pratiques selon les zones

Source : Auteurs, 2021

Les semences améliorées procurent des rendements de 695 et 679 kg/ha dont ces stratégies sont aussi pratiquées respectivement par les exploitations peu productives et très productives ou modernes. De même, les faibles rendements respectifs sont observés chez les pratiques de défrichement amélioré et la technique Zaï ou le cordon pierreux de 369 et 393 kg/ha.

L'analyse des quotients de localisation laisse entrevoir que le rendement du mil est plus concentrée sur la région de Sédhiou (Figure 3). Les pics de concentration dans la zone sont sur les périodes de 2010 et 2014. La corrélation entre les pratiques et les quotients de localisation sur la période de 2017 et 2018 montrent que les efforts sont concentrés dans le Programme de Relance Accéléré de la Cadence Agricole au Sénégal (PRACAS) sur la riziculture. L'utilisation d'intrants et les niveaux de rendements obtenus varient énormément d'un agriculteur à l'autre d'un point de vue pédoclimatique (Koutchadé et al, 2016). L'analyse pratiques d'intensification et des rendements montrent que l'exploitation de type très productifs sont plus concentré dans la région de Sédhiou.

Figure 3: Évolution du quotient de localisation du mil dans la zone

Source : Auteur, 2021

4.2. Présentation des résultats de l'estimation du Logit conditionnel à classe latente

Le tableau 4 présente les résultats de l'estimation du modèle Logit conditionnel à classe latente des pratiques d'intensification dans la fonction d'utilité sur la production du mil sanio dans la Haute Casamance. La probabilité associée à la valeur de Prob>chi2 est de 0.0000.

Tableau 4 : Estimations du modèle logit à 3 classes latentes

Pratiques	Logit à 3 classes latentes			
	clogit	Type 1 Exploitation traditionnel le	Type 2 Exploitation semi- productive	Type 3 Exploitation très productive
(1) Zaï ou cordon pierreux	0,667*** (0,106)	2,574*** (0,453)	0,450 (0,0913)	-0,562 (0,334)
(2) Défrichement amélioré	0,151*** (0,094)	0,206*** (0,346)	1,6215*** (0,1950)	-1,330*** (0,352)
(3) Utilisation des engrais	0,014*** (0,108)	0,138 (0,167)	0,531** (0,0916)	1,207** (0,242)
(4) Semence améliorée	0,347** (0,112)	0,043** (0,016)	1,235*** (0,156)	0,245 (0,268)
Nombre observation	200		Prob chi2	0.0000
Pseudo R ²				0.1569
LR chi2				91.85
Niveaux de significativité : *: 10%, **: 5%, *** : 1%				

Source : Auteur, 2021

Ce qui démontre que le modèle est globalement significatif. Le test de Wald confirme que la probabilité est inférieure à 5% les coefficients du modèle sont significatifs. De même le test du rapport de vraisemblance montre que la plus-value (pval) est égale à 0, ce qui signifie que les erreurs suivent la loi normale. Le test de prédiction des probabilités montre qu'il y'a pas une variabilité des variables du choix des pratiques et des classes.

Tableau 5: Résultats de l'estimation des facteurs socio-économiques avec les pratiques d'intensification

Pratiques Variables	(1) Zaï ou cordon pierreux	(2) Défrichement amélioré	(3) Utilisation des engrais	((4) Semence améliorée
Organisation sociale de base	0,0296 (0,0122)	-0,0916 (0,1104)	-0,0595 (0,0955)	0,0882** (0,0617)
Main-d'œuvre	0,0856* (0,0694)	0,0391 (0,0670)	0,0097 (0,0552)	0,0562 (0,0506)
Acquisition matérielles	0,0093 (0,0399)	0,0204 (0,0378)	-0,0284 (0,0384)	-0,0020 (0,0934)
Taille de l'exploitation	0,0660 (0,0667)	-0,0919 (0,0779)	-0,0548** (0,0534)	0,0807** (0,0503)
Accès aux crédits	-0,1863** (0,0898)	0,1725** (0,0792)	0,1187*** (0,0550)	-0,1049 (0,0768)
Quantité de semence	-0,0048 (0,0095)	0,0127 (0,0090)	-0,0023 (0,0075)	-0,0152 (0,0087)
Qualité du sol	0,1006 (0,05122)	-0,0387 (0,0487)	0,0242 (0,0397)	-0,0043 (0,0361)
Année d'expérience	0,0148 (0,0143)	-0,0101* (0,0130)	0,0672*** (0,0116)	0,0113* (0,0094)
Formation agricole	-0,1306 (0,0812)	-0,0647 (0,0793)	0,1303*** (0,0560)	0,0648 (0,0648)
Niveaux de significativité : * : 10%, ** : 5%, *** : 1%				

Source : Auteur, 2021

4.3. Analyse et interprétation des résultats

Les modèles à classes latentes nous permettent d'expliquer les choix des répondants à la fois par les attributs des mesures proposées, mais également par les caractéristiques des exploitants, que nous avons intégrées au modèle. Nous obtenons trois classes types ayant des facteurs de choix des mesures très différents. En effet, les résultats estimations montrent les pratiques de Zaï ou du cordon pierreux, le défrichement amélioré, et les engrais chimiques et organiques sont des facteurs décisifs sur la typologie comparativement à la rotation ou la succession culturale.

Les résultats de l'estimation du Logit conditionnel à classe latente montrent que le recours au technique Zaï ou du cordon pierreux augmentent la probabilité d'appartenir aux exploitations de type traditionnel de 2,57 par rapport à la rotation et la succession culturale. Ces résultats s'expliquent par le fait que la technique exige une longue période et une main d'œuvre abondante

pour la mettre en place. Dans un contexte caractérisé par une forte émigration qui engendre la baisse de la main d'œuvre cette technique n'est pas appliquée dans les exploitations peu productives et très productives ou moderne (Beye, 2018).

L'adoption de la pratique du défrichement amélioré augmente la probabilité d'être dans les exploitations traditionnelles de 0,20 et de 1,62 pour les exploitations peu productives ou semi moderne (avec une grande diversification de la production). Par contre, cette pratique diminue la probabilité d'intégrer les exploitations très productive ou moderne avec une grande production destinée à la commercialisation de 1,33 comparativement à la rotation et la succession culturale. L'application des défrichements améliorés par la régénération naturelle assistée donne des rendements de 767 kg/ha de grains pour les adoptants et de 296 kg/ha des non adoptants dans la région de Fatick (Fall et Bakhoun, 2018).

Le fait d'utiliser la pratique d'intensification par les engrais chimiques ou organiques impacte les probabilités d'être dans les exploitations peu productives ou semi modernes de 0,53 et de 1,20 de se trouver dans les exploitations très productives ou modernes avec l'apparition des exploitations patronales par rapport à la rotation ou aux successions culturales. Ces résultats sont en phase avec travaux de Fulgie et Rada en 2013 qui montrent l'accroissement de production des exploitations agricoles modernes est corrélé avec l'investissement en intrants. De même, Mbétid-Bessane (2014) a montré l'importance de l'application des engrais comme un des déterminants potentiels du comportement des producteurs face à l'innovation.

L'utilisation des semences améliorées sont plus adaptée dans les exploitations de type peu productives très diversifiées et des exploitations très productives ou modernes avec des probabilités respectives de 1,23 et 0,24 par rapport à l'application de la rotation ou la succession culturales. Les résultats confirment de que l'adoption des semences améliorées augmente la productivité dans les exploitations semi-modernes et patronales (Ndiaye, 2021). Toutefois, dans d'autres logiques, l'utilisation de semences hybrides est productive pour les exploitations traditionnelles grâce à leurs résistances aux maladies et aux sols arides.

En affinant le résultat du logit conditionnel avec la classe latente, l'observation montre une flexibilité de l'application et l'adoption des pratiques d'intensifications avec les caractéristiques socio-économiques propres aux exploitations agricoles. Ces pratiques sont les différentes variables dépendantes qui sont influencées par des facteurs socio-économiques dans le (tableau 5).

Il ressort des résultats que l'appartenance à une organisation augmente les chances d'appliquer les pratiques d'intensification des semences améliorées culturales. Ces résultats s'expliquent du fait que les organisations sociales de base constituent des cellules d'échanges d'informations, et de partage de pratiques. Le schéma d'utilisation des semences améliorées est relativement stable et constitue une solution appliquée stricto-sensu sur le principe de rationalité envisagée à travers les organisations paysannes. Ces résultats sont en phase avec les travaux de Barham, et. Chavas en (2014) qui affirment que le réseau des producteurs affecte le choix des pratiques d'intensification. De nombreuses d'études attestent le rôle des réseaux sociaux des agriculteurs dans le partage des informations et dans le processus d'apprentissage des nouvelles technologies (Teno et al., 2018).

La main d'œuvre impacte augmente la chance de faire la production avec la technique Zaï ou du cordon pierreux par rapport l'utilisation de la rotation ou de la succession culturale. La mise en place de cette pratique implique l'utilisation d'un nombre important de main d'œuvre. Ces résultats sont en phase avec les travaux de Mukhatar en (2018) et Balde et al, (2014). En effet, une

technologie exigeante en main-d'œuvre va certainement être plus à la portée des familles nombreuses qui, de ce fait, seront plus favorables à son adoption. Ce qui ne serait pas le cas pour les familles moins nombreuses et pour les nouvelles types d'exploitations moderne et semi-moderne (Teno et al., 2018).

Les résultats de l'étude montrent que la taille de l'exploitation en superficie réduit les chances d'application des engrais organiques et chimiques en comparaison de la pratique de la rotation ou de la succession culturale. La pratique d'utilisation des engrais chimiques et organiques est fonction de la taille des exploitations agricole. Plus la taille de l'exploitation est grande plus le producteur n'a pas la capacité d'appliquer les doses recommandées. Avec les grandes surfaces, les producteurs peuvent faire la rotation niébé-mil et l'arachide pour faire plus production. La taille du ménage constitue une variable importante dans l'adoption de nouvelles technologies. Ce résultat corrobore les conclusions de Folefack et al. (2012) qui ont trouvé que la taille du ménage a eu un effet significatif et négatif sur la probabilité du choix de la stratégie de fumure organique.

Le nombre d'années d'expériences accroît les chances d'appliquer l'utilisation des engrais chimiques et organiques. Du fait que l'activité agricole s'enracine dans un processus d'apprentissage social, l'âge de l'exploitant renseigne également sur son expérience dans le secteur agricole et induit de ce fait, un effet sur ses capacités à disséquer les pratiques et à les appliquer dans les exploitations (Rutakayingabo et al, 2016). Le nombre d'année d'expérience du producteur devrait influencer négativement l'adoption des technologies donc l'adoption de nouvelles technologies exige un certain niveau de risque associés à la décision du choix des technologies (Yabi et. al, 2016).

L'accès aux crédits diminue les chances d'appliquer la technique Zaï ou cordon pierreux et par contre augmentent les probabilités d'application du défrichement améliorés et de l'utilisation des engrais chimiques et organiques par rapport à l'utilisation des rotations ou de la succession culturale. Ces résultats s'expliquent par les opportunités agricoles qu'offrent l'investissent sur les intrants et la main d'œuvre salariale. Pour Sale et al. (2014), les producteurs ayant un accès facile aux crédits auront tendance à mieux adopter les nouvelles technologies. Les agriculteurs font face à des contraintes de liquidités en périodes hors récoltes (Duflo et al. 2011). L'accès des agriculteurs aux crédits renforcerait donc l'usage de certains intrants (Hailu et al. 2014).

5. Conclusion

L'objectif de ce chapitre est d'analyser le choix les pratiques d'intensification selon les caractéristiques de l'exploitation et des exploitants dans la Haute Casamance. Les résultats de l'analyse du quotient de concentration montrent que les rendements de mil sont plus concentrés dans la région de Sédhiou. L'estimation du modèle Logit conditionnel à classe latente montre que les pratiques Zaï et cordon pierreux défrichement amélioré, engrais chimique et organique et les semences améliorées impactent sur le choix sur les types d'exploitations traditionnelle (avec de grande taille), peu productives (semi-moderne tourné vers diversification de la production) et très productives ou moderne (utilisant des facteurs pour une production commerciale). Les résultats ont montré aussi une corrélation entre les pratiques et les variables socio-économiques telles que l'organisation sociale de base, la main d'œuvre, la taille de l'exploitation, l'accès au crédit agricole, le nombre d'année d'expérience et la formation agricole des exploitants.

Les implications de politique économique qui dérivent de ces résultats sont les suivantes : investir davantage dans l'innovation technologique pour les petits exploitants en zones non irriguées. Dans ce cas, il sera très important de fournir aux agriculteurs plus d'informations sur les technologies existantes en correspondance avec leur mode d'apprentissage. La disponibilité des céréales locales et la promotion du rôle des agents contractuels et commerciaux dans les chaînes de valeur.

Bien que les résultats encouragent l'adoption des pratiques d'intensification, des limites apparaissent dans ce travail. D'une part, il s'agit d'analyser les déterminants de l'intensification dans les exploitations en fonction des types d'exploitations agricoles. Et d'autre part, d'étudier l'efficacité technique des systèmes de production dans ces exploitations. En termes de perspective, il serait intéressant de connaître les facteurs explicatifs de l'intensification en fonction de la typologie pour voir l'hétérogénéité et de calculer les scores d'efficacité techniques avec le modèle d'Analyse de Frontière Stochastique.

Références bibliographiques

Baldé B.S., Kobayashi, H., Nohmi, M., et Ishida, A. 2014. « An analysis of technical efficiency of Mangrove rice production in the Guinean Coastal Area », *J.Agr.Sci.* 6(8).

Barham B. L., J.-P. Chavas D. Fitz, V. R. Salas and L. Schechter 2014. « The roles of risk and ambiguity in technology adoption ». *Journal of Economic Behavior & Organization*

Bakhom C. et Fall M. 2015. « Sécurité alimentaire et augmentation durable des revenus des ménages : la RNA au secours des producteurs à Kaffrine ». *Revue Agrodep Agricultures durables Numéro*, spécial Février 2015.

Beye A., Sall M. et Camara A. 2018. « Quels leviers pour améliorer la performance productive des exploitations agricoles en milieu rural sénégalais ? » *ROASEG Vol 1*, n°2.

De Janvry, A., et al., 2015. « L'adoption des technologies agricoles : quelles leçons tirer des expérimentations de terrain ? » *Revue d'économie du développement*, vol. 23, no. 4, pp. 129-153

Diaby M. 2020. « Analyse des déterminants de l'adoption de la Régénération Naturelle Assistée (RNA) dans la zone soudano-sahélienne : cas des cercles de Diéma et Kolokani au Mali », *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 14(2) : 473-485.

Diagne A. 2014. « Croissance agricole et options d'investissement pour la réduction de la pauvreté au Sénégal. Quelle perspective pour la GOANA »? Rapport final. CRES et Ministère de l'Agriculture.

Djournessi YF., Kamdem C.B., & Ndeffo-Nembot L. 2020. « Sortir des sociétés agraires : la productivité agricole pour faciliter les transformations économiques et la croissance de l'emploi non agricole en Afrique subsaharienne ». *Journal du développement international*, 32 (3), 324-341.

Duflo E. Kremer M., & Robinson J. « 2011. Nudging farmers to use fertilizer: Theory and experimental evidence from Kenya ». *The American Economic Review* 101 :2350–90

Dugué P., et al., 2015. « Dynamiques d'adoption de l'agriculture de conservation dans les exploitations familiales : de la technique aux processus d'innovation », *Cah Agric* 24 : 60-8.

- Folefack D.P., Sale A., Wakponou A. 2012. « Facteurs affectant l'utilisation de la fumure organique dans les exploitations agricoles en zone sahélienne du Cameroun ». *Afrique Science : Revue Internationale des Sciences et Technologie*, 8(2) : 22-33
- Fuglie K., & Rada N. 2012. « Resources, Policies, and Agricultural Productivity in Sub-Saharan Africa », *Economic Research Report Number 145*. Productivity Growth in Sub-Saharan Africa. *Journal of International Development*.
- Greene W. H., & Hensher D. A. 2003. « A latent class model for discrete choice analysis: contrasts with mixed logit ». *Transportation Research Part : Methodological*, 37(8), 681-698.
- Hailu B.K., Abrha B.K., & Fuglie K., & Rada, N. 2012. « Resources, Policies, and Agricultural Productivity in Sub-Saharan Africa », *Economic Research Report Number 145*. Productivity Growth in Sub-Saharan Africa. *Journal of International Development*.
- Kuhfuss L.R., Preget et Thoyer. 2014. « Préférences individuelles et incitations collectives : quels contrats agroenvironnementaux pour la réduction des herbicides par les viticulteurs ? » *Revue d'Études en Agriculture et Environnement*, 95, pp 111-143
- Mbetid-Bessane E 2014, Adoption et intensification du Nouveau Riz pour l'Afrique en Centrafrique. *Tropicultura*, 32(1) :16-21.
- McFadden D. 1968. « The revealed preference of a public bureaucracy ». Dept.of economics ,Univ.of California, Berkeley.
- Mukhatar U. and al. 2018. « Econometric analysis of technical efficiency of pearl millet farmers in Kano State », Nigeria, E3S Web of Conferences 52, 00049.
- Ndiaye B., Kabou A. B. 2021. « Adoption des nouvelles technologies rizicoles sur l'efficacité technique au Sénégal », *ISTE Open Science*
- Nkamleu G.-B. 2004. « Productivity growth, technical progress and efficiency change in African agriculture », *African Development Review*, 16 (1), p. 203-222, 2004.
- Pingali P.L. 2012. « Révolution verte : impacts, limites et le chemin à parcourir ». Actes de l'Académie nationale
- Udry C. 2010. « The economics of agriculture in Africa : Notes toward a research program », *African Journal of Agriculture and Resource Economics*.
- Rutakayingabo M.D. 2016. « Facteurs affectant le choix des pratiques et stratégies paysannes face au flétrissement bactérien du bananier dans la région du Bushi, à Congo », *International Journal of Innovation and Applied Studies* ISSN 2028-9324 Vol. 18 No.
- Teno G., et al, 2018. « Les facteurs de l'adoption des nouvelles technologies en agriculture en Afrique Subsaharienne : une revue de la littérature », *African Journal of Agricultural and Resource Economics* Volume 13 Number 2 pages 140-151
- Yabi J. A., Bachabi, F. X., Labiyi, I. A., Ode, C. A., & Ayena, R. L. 2016. « Déterminants socio-économiques de l'adoption des pratiques culturales de gestion de la fertilité des sols utilisées dans la commune de Ouaké au Nord-Ouest du Bénin ». *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 10(2), 779-792.