

Analyse Des Déterminants D'adoption Des Biofertilisants Chez Les Producteurs De Maïs (Zea Mays. L) À Boma, RDC

[Biofertilizer Adoption Analysis Among Maize (Zea Mays.L) Farmers In Boma, DRC]

Patricia kobo Umba¹, Amand Mbuya Kankolongo¹, Meschack Luemba Nlenzo¹, Estanie Marie Mbanunu Divuilu¹, Emmanuel Kongo Bavukila², Mardochée Mantomba Ngimbi¹

¹Université Pédagogique Nationale, Département de Production végétale, B.P. 8815 Kinshasa

²Université Président Joseph Kasa Vubu, Département de Production végétale, B.P. 314

Auteur correspondant : Patricia kobo Umba, koboumbapatricia@gmail.com



Résumé : Cette étude analyse la dynamique d'adoption des biofertilisants dans la culture du maïs à Boma (RDC) à travers deux axes principaux. Le premier axe examine les profils socioprofessionnels, les perceptions, les attitudes des producteurs ainsi que leurs pratiques agroécologiques. Le second axe se focalise sur la caractérisation des propriétés pédologiques des sols. À partir de données de terrain collectées auprès de 30 producteurs de l'axe de Mayanda, l'approche descriptive et analytique met en évidence que malgré des perceptions et des attitudes globalement favorables aux innovations, l'adoption effective reste limitée face aux réalités des pratiques locales. Parallèlement, l'analyse pédologique caractérise l'état des sols exploités, mettant en lumière des contraintes de fertilité naturelle. Les résultats démontrent ainsi comment les profils socioprofessionnels, les perceptions, les pratiques agroécologiques et les caractéristiques pédologiques interagissent et influencent l'intégration des biofertilisants dans les exploitations !:s.

Mots-clés : Profils socioprofessionnels, Perceptions et attitudes, Pratiques agroécologiques, Caractéristiques pédologiques, Biofertilisants, Boma.

Abstract: This study analyzes the adoption dynamics of biofertilizers in maize farming in Boma (DRC) through two main axes. The first axis examines producers' socio-professional profiles, perceptions, attitudes, and agroecological practices. The second axis focuses on the characterization of soil pedological properties. Based on field data collected from 30 producers along the Mayanda axis, the descriptive and analytical approach reveals that despite overall favorable perceptions and attitudes toward innovations, actual adoption remains limited given the realities of local practices. Concurrently, the pedological analysis characterizes the state of the farmed soils, highlighting natural fertility constraints. The results thus demonstrate how socio-professional profiles, perceptions, agroecological practices, and pedological characteristics interact and influence the integration of biofertilizers in farming systems.

Keywords : Socio-professional profiles, Perceptions and attitudes, Agroecological practices, Pedological characteristics, Biofertilizers, Boma.

0. INTRODUCTION

Le maïs (*Zea mays L.*) s'impose de manière incontestable comme l'une des denrées de base de l'alimentation en Afrique Subsaharienne, jouant un rôle pivot dans la sécurité nutritionnelle des ménages¹. Il constitue un apport calorique majeur et un pilier incontournable des systèmes de culture gérés par la paysannerie². En République Démocratique du Congo (RDC), la filière maïs occupe une place prépondérante dans la génération de revenus des exploitants ruraux, notamment dans le grand Katanga, le

Kasaï ainsi que dans les provinces occidentales³. Néanmoins, l'offre locale demeure largement en deçà de la demande globale, plombée par des rendements agricoles faibles et de multiples goulots d'étranglement structurels⁴.

Au cœur de cette faible productivité se trouve l'appauvrissement chronique des terres arables⁵. Les sols cultivés souffrent fréquemment d'un déficit marqué en matière organique et d'une raréfaction des éléments nutritifs indispensables, ce qui bride directement le potentiel de récolte⁶. Pour inverser cette tendance, la dynamisation de la fertilité édaphique par le biais d'intrants appropriés s'avère impérative⁷.

Bien que l'efficacité des biofertilisants ne soit plus à démontrer en matière d'enrichissement des sols, d'augmentation des rendements et d'affranchissement progressif des engrais chimiques, leur appropriation par les producteurs de maïs en RDC reste marginale. Plus spécifiquement dans la ville de Boma, au cœur du Kongo Central, les agriculteurs subissent de plein fouet la dégradation de leurs terres conjuguées à la difficulté d'obtenir des intrants conventionnels. Dès lors, il devient primordial d'élucider les causes profondes qui freinent l'intégration de ces solutions biologiques dans les pratiques paysannes quotidiennes.

Face à cette situation, nous nous sommes posé deux questions de recherches :

- Les paramètres d'ordre socio-professionnels, perceptions et attitudes des producteurs, et pratiques agricoles pèsent-ils de manière significative sur la faible propension des producteurs de maïs à Boma à adopter les biofertilisants ?
- De quelle façon les caractéristiques pédologiques des sols conditionnent-elles l'efficacité pratique et l'acceptation de ces biofertilisants dans la zone d'étude

Afin de répondre aux questions posées, nous avons émis les hypothèses suivantes :

- Il est déduit que les profils socio-professionnels, perceptions et attitudes des producteurs, et pratiques agricoles exercent une influence déterminante sur l'utilisation des biofertilisants à Boma.
- les caractéristiques pédologiques des sols conditionneraient l'efficacité pratique et l'acceptation de ces biofertilisants dans la zone d'étude

Mettre en lumière les facteurs explicatifs de la non-utilisation ou de la faible diffusion des biofertilisants dans la culture du maïs à Boma. Spécifiquement, il s'agit :

- Cerner les profils socio-professionnels, perceptions et attitudes des producteurs, et pratiques agricole qui orientent la décision d'adoption des biofertilisants chez les producteurs locaux.
- Mesurer l'impact des caractéristiques pédologiques sur la performance et l'acceptabilité de ces intrants biologiques au sein des exploitations de maïs de Boma.

Cette étude a été retenue pour répondre à la stagnation des rendements du maïs à Boma, directement imputable à la fatigue des terres et à l'accès restreint des petits exploitants aux technologies modernes . Les biofertilisants s'y profilent comme une solution durable pour restaurer les sols et comprimer les charges d'exploitation .

I. MILIEU, MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1. Milieu

L'étude s'est déroulée dans la province du Kongo Central, plus précisément à Boma et dans la zone agricole de Mayanda. Administrativement, la ville comprend trois communes⁸. Le milieu se caractérise par un climat tropical humide de type Aw4, marqué par une longue saison pluvieuse (octobre-mai) et une saison sèche (mai-octobre), avec une pluviométrie annuelle rarement supérieure à 1 000 mm et des températures moyennes de 24-26 °C. La végétation dominante est la savane herbeuse. Sur le plan pédologique, les sols sont majoritairement ferrallitiques, acides (pH 5,5-6,5), riches en oxydes de fer et d'aluminium, avec des variantes locales sablo-argileuses ou limoneuses.

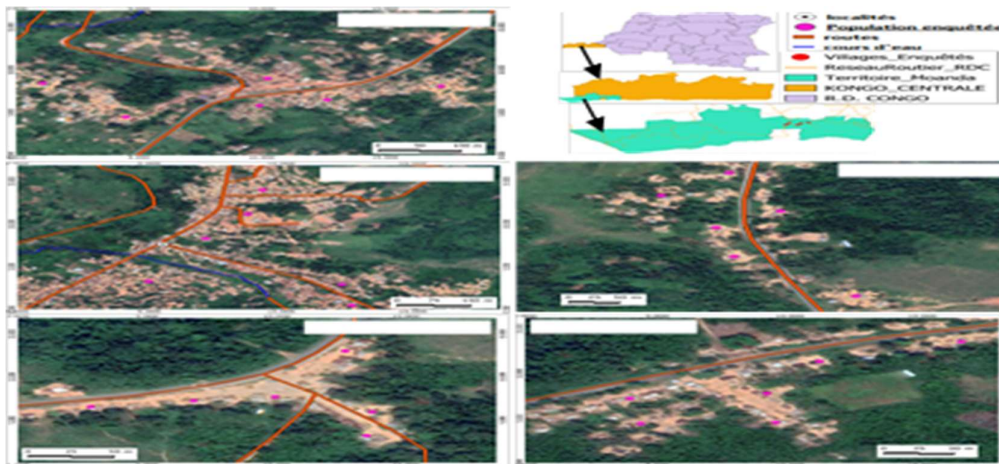


Figure 1 : Carte du site expérimentale

I.2. Matériels

La conduite de cette investigation a nécessité l'utilisation des outils et dispositifs techniques ci-après :

- KoboCollect, utilisé pour la collecte numérique des données socio-économiques, institutionnelles, culturelles et agronomiques.
- GPS, permettant le repérage spatial et la délimitation précise des parcelles étudiées.
- Matériel pédologique (tarières et accessoires), destiné aux prélèvements et à la conservation des échantillons de sol.

I.2.1. Type d'étude et unité d'enquête

Il s'agit d'une étude transversale menée auprès des producteurs de maïs, combinant enquêtes d'opinion et analyses pédologiques. L'unité statistique est le chef de ménage exploitant ou le gestionnaire direct de la parcelle.

I.2.2. Critères de sélection des producteurs

Les enquêtés ont été choisis selon quatre critères : être rencontrés en activité dans leurs champs, disposer d'au moins quatre ans d'expérience en culture du maïs, posséder une parcelle exploitable d'environ un hectare, et participer volontairement à l'étude.

I.2.3. Échantillonnage de l'étude

L'échantillon a couvert cinq villages de l'axe Mayanda. Six producteurs ont été retenus par localité, soit un total de trente exploitants sélectionnés par tirage aléatoire raisonné.

I.2.4. Variables collectées

Le questionnaire numérique (KoboCollect) a porté sur :

- Profil socio-économique (âge, composition du foyer, revenus, accès aux marchés et financements).
- Pratiques culturales (types de fertilisants, régularité d'usage, influence des traditions, connaissance des biofertilisants).
- Perceptions (efficacité, risques, accessibilité financière, collaboration avec institutions).
- Attentes (soutien souhaité, formations, subventions, essais pilotes).

I.2.5. Protocole d'échantillonnage et analyse

Les sols ont été prélevés dans la couche arable (0–20 cm) selon une diagonale, avec cinq sous-échantillons homogénéisés en un composite de 500 g par parcelle. Après séchage et tamisage, les analyses en laboratoire ont mesuré le pH, la texture, la matière organique, l'azote total, le phosphore assimilable et les bases échangeables (Ca, Mg, K, Na).

I.3. Traitement statistique

Les informations recueillies ont fait l'objet d'une triple approche analytique :

Statistiques descriptives : Calcul des paramètres de tendance centrale et de dispersion (moyennes, écarts-types, valeurs minimales et maximales) pour les données quantitatives, ainsi que des proportions et fréquences pour les variables qualitatives, à l'aide des logiciels SPSS et Microsoft Excel. Une lecture thématique a par ailleurs été appliquée aux informations textuelles issues des entretiens.

Analyses bivariées : réalisation des croisements entre les caractéristiques socio-professionnelles et l'utilisation des biofertilisants à l'aide du test exact de Fisher et du test de somme des rangs de Wilcoxon

Modélisation économétrique : estimation d'une régression logistique par la méthode pénalisée de Firth et calcul des rapports des cotes ! odds Ratios afin d'isoler les facteurs explicatifs de l'adoption des biofertilisants

Pour identifier et analyser les facteurs susceptibles d'influencer l'adoption des biofertilisants par les producteurs de maïs dans la zone d'étude de Boma, nous avons opté pour une modélisation économétrique adaptée aux échantillons restreints. Compte tenu de la taille de notre échantillon ($N = 30$) et pour pallier les risques de séparation quasi-complète des données, le recours à une régression logistique pénalisée (méthode de Firth) a été privilégié.

Mathématiquement, la probabilité P_i qu'un producteur i adopte les biofertilisants s'exprime sous la forme d'un modèle Logit :

$$P_i = P(Y_i = 1 | X_i) = 1 / (1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki})})$$

Sous sa forme linéaire, l'équation estimée est la suivante :

$$\ln(P_i / (1 - P_i)) = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki} + \epsilon_i$$

Où :

Y_i représente la variable dépendante binaire (prenant la valeur 1 si le producteur adopte les biofertilisants, et 0 dans le cas contraire).

$\ln(P_i / (1 - P_i))$ correspond au log-côte (logit) de la probabilité d'adoption.

β_0 est la constante du modèle.

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ désignent les coefficients de régression associés à chaque variable explicative.

$X_{1i}, X_{2i}, \dots, X_{ki}$ représentent le vecteur des variables explicatives (caractéristiques socioprofessionnelles, économiques et institutionnelles de l'exploitant).

ε_i est le terme d'erreur associé au modèle.

II. Résultats et discussion

2.1 RESULTATS

2.1.1. Caractéristiques socio-professionnelles

Le tableau 1 présente les caractéristiques socio-professionnelles des producteurs de maïs à Boma dans le Kongo Central. Il ressort de ce tableau que la majorité des producteurs sont des hommes (70%), contre 30% de femmes. L'agriculture constitue la principale source de revenu de ces producteurs (60%), suivie par le commerce (36,7%). Les revenus issus du salaria sont inexistant, tandis que ceux provenant de la fonction publique restent faibles (3,3%). La culture du maïs occupe une place significative dans l'économie des ménages enquêtés, 60% des producteurs affirment que cette spéculation représente entre 25 et 50% de leurs revenus. Toutefois, seuls 6,7% en tirent une part substantielle (50-75%), tandis que 33,3% en dépendent faiblement (<25%). Les principaux obstacles économiques identifiés sont liés au prix élevé des intrants (40%) et à l'accès limité au crédit (33,3%), suivis par les difficultés de transport (26,7%). En ce qui concerne l'accessibilité aux intrants, la quasi-totalité des producteurs (93,3%) déclare avoir un accès facile aux intrants agricoles. L'âge médian des producteurs du maïs est situé autour de 50 ans, indiquant que la moitié des agriculteurs enquêtés ont un âge inférieur ou égal à 50 ans, et l'autre moitié un âge supérieur. L'intervalle interquartile est compris approximativement entre 40 et 60 ans. Toutefois, l'âge des producteurs varie de 30 à 70 ans (Figure 2).

Tableau 1. Caractéristiques socio-professionnelles des producteurs du maïs à Boma dans la province du Kongo Central.

Variables	Modalités	Fréquence	Pourcentage
Genre	Féminin	9	30.0
	Masculin	21	70.0
	Total	30	100.0
Source de revenu	Agriculture	18	60
	Commerce	11	36.67
	Salariat	0	0
	Fonctionnaire	1	3.33
	Total	30	100.0
Part du revenu provenant du maïs	<25%	10	33.3
	25-50%	18	60.0
	50-75%	2	6.7
	Total	30	100.0

Principaux obstacles économiques	Prix des intrants	12	40
	Transport	8	26.67
	Accès au crédit	10	33.33
	Total	30	100.0
Accès facile aux intrants	Non	2	6.7
	Oui	28	93.3
	Total	30	100.0



Figure 2. Age des producteurs du maïs à Boma dans la province du Kongo Central.

2.1.2. Pratiques agricoles

Les différentes pratiques agricoles réalisées par les producteurs du maïs à Boma sont consignées dans le tableau 2. Les résultats montrent que la majorité des producteurs enquêtés disposent d'une expérience significative dans la production du maïs. Près de la moitié des producteurs (46,7%) ont entre 5 et 10 ans d'expérience et 40% des producteurs ont plus de 10 ans. Seuls 13,3% sont des producteurs relativement nouveaux (<5 ans). Plus de la moitié des producteurs (53,3%) n'utilisent aucun engrais, tandis que 30% recourent aux engrais chimiques et 16,7% aux engrais organiques. Une proportion importante des producteurs (53,3%) déclare ne pas avoir d'information sur les biofertilisants, contre 46,7% qui en ont entendu parler. Cependant, l'adoption reste extrêmement faible. Seuls 10% en utilisent, contre 90% qui n'y recourent pas. Les principales raisons évoquées sont le manque d'information (53,3%), l'absence de moyens financiers (3,3%), et l'absence de motivation ou de perception d'utilité de cet engrais (43,3%).

Tableau 2. Principales pratiques agricoles réalisées par les producteurs du maïs à Boma.

Variables	Modalités	Fréquence	Pourcentage
Expérience sur le maïs	<5 ans	4	13.3
	>10 ans	12	40.0
	5-10 ans	14	46.7
	Total	30	100.0
Types d'engrais utilisés	Aucun	16	53.33
	Engrais chimique	9	30.0
	Engrais organiques	5	16.67
	Total	30	100.0
Information sur les biofertilisants	Non	16	53.3
	Oui	14	46.7
	Total	30	100.0
Utilisation des biofertilisants	Non	27	90.0
	Oui	3	10.0
	Total	30	100.0
Raisons de non utilisation des biofertilisants	Manque d'information sur ce produit ni comment l'utiliser	16	53.3
	Manque des moyens	1	3.3
	Pour rien	13	43.3
	Total	30	100.0

2.1.3. Perception et attitude des producteurs du maïs sur l'utilisation des biofertilisants

La Perception et attitude des producteurs du maïs sur l'utilisation des biofertilisants est repris sur le tableau 3. Ce dernier révèle que plus de ¾ d'enquêtés estime que l'usage des biofertilisants contribue à l'amélioration des sols, contre 23,3% qui ne partagent pas cette perception. Tous les producteurs interrogés affirment avoir confiance dans les nouvelles technologies. En ce qui concerne les inquiétudes exprimées sur l'usage des biofertilisants, il ressort chez les producteurs du maïs aucune inquiétude (20%) concernant l'usage des biofertilisants car ils sont considérés comme naturels et bénéfiques pour le rendement des cultures. D'autres par contre, signalent le manque d'information sur leurs usage et dosage (6,7%), le besoin de formation et de financement pour en utiliser (33,3%), des préoccupations sur leur fabrication et le mode d'utilisation de ces produits (30%) et risques de brûlure des cultures en cas de mauvaise utilisation (10%). Quant au prix des biofertilisants, la majorité des producteurs du maïs (83,3%) considère que les biofertilisants ne sont pas abordables, contre seulement 16,7% qui les jugent accessibles. Toutefois, tous les enquêtés (100%) se déclarent prêts à utiliser les biofertilisants si les conditions nécessaires (information, formation, financement, accessibilité) sont réunies.

Tableau 3. Perception et attitude des producteurs du maïs sur l'utilisation des biofertilisants à Boma.

Variables	Modalités	Fréquence	Pourcentage
Perception de l'utilisation des biofertilisants sur l'amélioration des sols	Non	7	23.3
	Oui	23	76.7
	Total	30	100.0
Confiance sur les nouvelles technologies	Non	0	0.0
	Oui	30	100.0
	Total	30	100.0
Principales inquiétudes sur les biofertilisants	Aucune parce que c'est naturel et améliore le rendement	6	20.0
	Dosage et manque d'information précise	2	6.7
	J'ai déjà entendu parler mais tellement que je n'ai encore utiliser, je crois qu'il faut d'avantage former les gens et financer après on va utiliser	10	33.3
	La fabrication et l'utilisation	9	30.0
	Risques de brûlure des cultures, il faut donc former les paysans	3	10.0
	Total	30	100.0
Perception sur les coûts abordables des biofertilisants	Non	25	83.3
	Oui	5	16.7
	Total	30	100.0
Prêt à utiliser les biofertilisants si toutes les conditions sont réunies	Non	0	0.0
	Oui	30	100.0
	Total	30	100.0

2.1.4. Caractéristiques pédologiques, stratégies et besoins sur l'usage des biofertilisants

Les résultats relatifs aux caractéristiques pédologiques, stratégies et besoins sur l'usage des biofertilisants sont présentés sur le tableau 4. Il se dégage de ce tableau que la plupart des producteurs du maïs (33,3%) qualifient leurs sols de fertiles, tandis que (66,67%) les jugent pauvres. Concernant la texture, les sols sont principalement argileux (50%) et sableux (46,7%), avec une faible proportion de sols limoneux (3,3%). La quasi-totalité des producteurs du maïs reconnaissent un changement de la fertilité des sols, contre seulement 6,7% qui n'en observent pas. Quant à l'amélioration de la fertilité du sol par l'utilisation des biofertilisants, 86,7% des producteurs estiment que les biofertilisants peuvent améliorer la fertilité des sols, contre 13,3% qui ne partagent pas cette opinion. Les mesures jugées nécessaires pour favoriser l'adoption de l'usage des biofertilisants par les producteurs du maïs sont la disponibilité locale (30%) et formation/démonstration (30%), le prix bas (26,7%) et la subvention (13,3%). Une quasi-totalité des enquêtés (96,7%) se déclarent prêts à participer à des essais ou formations, et 90% sont disposés à payer pour les

biofertilisants. La m[^]ue tendance des producteurs recommande des actions de sensibilisation, vulgarisation, formation, accompagnement et régulation des prix, tandis qu'une minorité (10%) insiste sur la démonstration pratique, la disponibilité et la subvention pour l'usage effective des biofertilisants.

Tableau 4. Caractéristiques pédologiques, stratégies et besoins sur l'usage des biofertilisants.

Variables	Modalités	Fréquence	Pourcentage
Description du sol	Fertile	10	33.3
	Pauvre	20	66,67
	Total	30	100.0
Texture du sol	Sableux	14	46.67
	Argileux	15	50
	Limoneux	1	3.33
	Total	30	100.0
Changement de la fertilité	Non	2	6.7
	Oui	28	93.3
	Total	30	100.0
Amélioration du sol par les biofertilisants	Non	4	13.3
	Oui	26	86.7
	Total	30	100.0
Mesures à prendre pour adopter les biofertilisants	Prix bas	8	26.67
	Disponibilité locale	9	30
	Formation/Démonstration	9	30
	Subvention	4	13.33
	Total	30	100.0
Prêt à participer aux essais ou formations	Non	1	3.3
	Oui	29	96.7
	Total	30	100.0
Prêt à payer les biofertilisants	Non	3	10.0
	Oui	27	90.0
	Total	30	100.0
Principales recommandations aux producteurs	De démonstration, la disponibilité, la subvention et la formation pratique	3	10.0

autorités et chercheurs	Sensibilisation, vulgarisation, formations et accompagnements, subventions, prix bas	27	90.0
	Total	30	100.0

2.1.5. Analyse bivariable entre les variables

Le tableau 5 présente l'analyse bivariable entre les variables des caractéristiques socio-professionnelles des producteurs du maïs à Boma. Ce tableau montre aucune différence significative ($p = 0,5$) entre l'usage des biofertilisants et le genre des producteurs du maïs. La même tendance est observée pour l'âge des producteurs ($p = 0,5$), c'est-à-dire que l'âge n'est pas un facteur discriminant dans l'utilisation des biofertilisants dans la production du maïs. Quel que soit la source de revenu (agriculture, commerce ou fonctionnaire), l'utilisation des biofertilisants ne dépend pas de ce facteur ($p > 0,05$). La distribution des revenus liés au maïs varie entre les groupes. Dans le groupe qui n'utilise pas les biofertilisants, la majorité (63%) tire entre 25-50 % de ses revenus du maïs. Par contre, dans le groupe qui utilise les biofertilisants, les producteurs tirent de moins 25% à 75% de leur revenu du maïs (33% pour chaque modalité). Toutefois, la différence n'est pas significative entre ces deux variables ($p = 0,2$).

Tableau 5. Analyse bivariable entre les variables.

Caractéristiques	Utilisation des biofertilisants		
	Non N = 27 ¹	Oui N = 3 ¹	p-value ²
Genre du répondant			0.5
Féminin	9 (33%)	0 (0%)	
Masculin	18 (67%)	3 (100%)	
Âge (années)	49 (40, 59)	62 (30, 66)	0.5
Activité : Agriculture			
Oui	27 (100%)	3 (100%)	
Activité : Commerce			>0.9
Non	12 (44%)	1 (33%)	
Oui	15 (56%)	2 (67%)	
Activité : Fonctionnaire			0.2
Non	26 (96%)	2 (67%)	
Oui	1 (3.7%)	1 (33%)	
Part des revenus issue du maïs			0.2
25-50%	17 (63%)	1 (33%)	
50-75%	1 (3.7%)	1 (33%)	
<25%	9 (33%)	1 (33%)	
1 n (%) ; Median (Q1, Q3)			
2 Fisher's exact test; Wilcoxon rank sum test ; NA			

2.1.6. Analyse des déterminants de l'adoption des biofertilisants (Modèle de Firth)

L'analyse des déterminants de l'adoption des biofertilisants a montré à travers les indicateurs de performance globale, à savoir le test du rapport de vraisemblance (6,017 et $p = 0,999$) et le test de Wald (13,725 et $p = 0,934$), qu'aucun des facteurs introduits dans le modèle n'exerce d'effet statistiquement significatif au seuil de 5% de probabilité. Malgré l'absence de significativité statistique, l'examen des signes des coefficients (beta) et des valeurs d'Odds Ratio (OR) révèlent que les producteurs qui tirent entre 50% et 75% de leurs revenus de la culture du maïs affichent la plus forte propension à adopter les biofertilisants ($OR = 162,51$) par rapport à ceux qui en tirent moins de 25%. Bien plus, les résultats montrent une orientation positive vers l'adoption de l'usage des biofertilisants chez les hommes ($OR = 2,52$) comparativement aux femmes, ainsi qu'une très légère augmentation de la probabilité d'adoption avec l'âge ($OR = 1,05$). Par contre, les caractéristiques biophysiques du sol montrent que les variables liées à la texture du sol donnent des coefficients négatifs importants, en particulier pour les sols limoneux ($OR = 0,017$) et argileux ($OR = 0,169$). Les agriculteurs exploitant ces types de sols semblent moins prédisposés à utiliser les biofertilisants que ceux sur d'autres textures de sol. De même, les exploitants estimant que leur sol est déjà fertile ($OR = 0,314$) ou à l'inverse pauvre ($OR = 0,315$) affichent une moindre volonté à franchir le pas. Une tendance similaire est observée pour les facteurs d'accompagnement institutionnels (formations/démonstrations : $OR = 0,70$) et (subventions : $OR = 0,83$) qui présentent des tendances négatives.

Tableau 6. Déterminants de l'adoption des biofertilisants par les producteurs du maïs à Boma (Modèle de Firth).

Déterminants explicatives)	(Variables	Coefficient (beta)	Erreur Standard (SE)	Odds Ratio (OR)	Intervalle de Confiance (IC à 95%)	P-value
Intercept		-0,174	8,666	0,840	[0,000 ; 248912177196,219]	0,985
Genre (Réf : Féminin)						
Masculin		0,926	1,731	2,525	[0,041 ; 430,660]	0,612
Âge (Continu)		0,055	0,073	1,057	[0,888 ; 1,329]	0,463
Commerce (Réf : Non)						
Oui		0,765	2,062	2,149	[0,000 ; 285,826]	0,726
Fonctionnaire (Réf : Non)						
Oui		-0,303	3,385	0,739	[0,000 ; 3338,681]	0,932
Part des revenus issus du maïs (Réf : <25%)						
25 - 50%		-0,037	1,368	0,963	[0,051 ; 196,178]	0,980
50 - 75%		5,091	5,641	162,515	[0,000 ; 42926377,213]	0,387

Prix des intrants élevé (Réf : Non)					
Oui	-0,507	3,659	0,602	[0,000 ; 7170,660]	0,896
Transport (Réf : Non)					
Oui	-0,152	1,611	0,859	[0,008 ; 34,889]	0,928
Accès aux crédits (Réf : Non)					
Oui	-0,127	1,543	0,880	[0,008 ; 83,613]	0,939
Accès aux intrants agricoles (Réf : Non)					
Oui	-1,074	3,732	0,342	[0,000 ; 1705,194]	0,782
Ancienneté des pratiques agricoles (Réf : <5 ans)					
5 - 10 ans	0,165	3,154	1,180	[0,000 ; 5795,687]	0,961
> 10 ans	-0,389	3,190	0,678	[0,000 ; 611,147]	0,906
Entendu parler du biofertilisant (Réf : Non)					
Oui	0,052	1,561	1,053	[0,005 ; 86,449]	0,975
Perception et attitudes (Réf : Non)					
Oui	0,253	1,664	1,288	[0,015 ; 211,439]	0,889
Coût abordable (Réf : Non)					
Oui	-1,478	2,278	0,228	[0,000 ; 26,505]	0,531
Type de sol : Sableux (Réf : Non)					
Oui	-0,740	3,960	0,477	[0,000 ; 12891,829]	0,858
Type de sol : Argileux (Réf : Non)					
Oui	-1,778	4,694	0,169	[0,000 ; 4510,143]	0,716

Type de sol : Limoneux (<i>Réf : Non</i>)					
Oui	-4,089	5,100	0,017	[0,000 ; 11554,985]	0,443
Sol fertile (<i>Réf : Non</i>)					
Oui	-1,159	3,467	0,314	[0,000 ; 807,563]	0,752
Sol pauvre (<i>Réf : Non</i>)					
Oui	-1,155	1,416	0,315	[0,002 ; 5,743]	0,431
Disponibilité locale (<i>Réf : Non</i>)					
Oui	0,461	1,880	1,585	[0,012 ; 2446,885]	0,818
Formation et démonstration (<i>Réf : Non</i>)					
Oui	-0,356	2,079	0,700	[0,002 ; 379,464]	0,868
Subventions (<i>Réf : Non</i>)					
Oui	-0,176	1,925	0,838	[0,004 ; 85,552]	0,932

Statistiques de performance globale du modèle :

- Nombre d'observations (n) = 30
- Test du rapport de vraisemblance (Likelihood Ratio Test) = 6,017 sur 23 ddl (p = 0,999)
- Test de Wald = 13,725 sur 23 ddl (p = 0,934)
- *Note : Les variables précédées de (Réf) représentent les modalités de référence omises lors de l'estimation.*

3.1.7. Propriétés chimiques et classes texturales du sol

Les propriétés chimiques du sol présentées dans le tableau 7 révèlent que le pH oscille entre 4,8 et 7,6, avec une moyenne de 6,1, traduisant des sols allant de très acides à alcalins. Le phosphore assimilable a une moyenne de 36,00 ppm, avec des valeurs comprises entre 30 et 50 ppm. Le potassium présente une moyenne de 0,57 méq/100 g de sol, avec des valeurs variant de 0,23 à 1,36 méq/100 g. Le calcium montre une forte dispersion, avec une moyenne de 5,84 méq/100 g et des extrêmes allant de 1,45 à 19,5 méq/100 g. Le magnésium, plus modéré, atteint une moyenne de 1,78 méq/100 g, avec des valeurs comprises entre 0,45 et 5,75 méq/100 g. Le bore demeure relativement stable, avec une moyenne de 0,84 ppm. Le cuivre varie entre 1,8 et 8 ppm, tandis que le zinc reste constant à 4 ppm dans l'ensemble des échantillons. L'azote total présente une moyenne de 0,14%, avec des valeurs allant de 0,077 à 0,34%. La matière organique atteint en moyenne 3,04%, avec une amplitude de 1,29 à 9,35%. Le rapport C/N se situe en moyenne à 11,95, avec des variations de 8,6 à 18. Concernant la texture, la fraction sablo-limoneuse (Sandy Loam) domine largement dans la zone d'étude, tandis que la texture sablo-argilo-limoneuse (Sandy Clay Loam) reste minoritaire.

Tableau 7. Propriétés chimiques et classes texturales du sol des producteurs du maïs à Boma.

Echantillons	Manterne 1	Manterne 2	Kipulu 3	Kipulu 4	Sozalep 5	Sozalep 6	Lungavasa 7	Lungavasa 8	Kinkudi 9	Kinkudi 10	Moyenne Ecart-type	±
pH	7.6	6.7	6.8	5.7	5.7	7.5	5.3	6	4.9	4.8	6.1 ± 0.76	
P ass.	50	30	50	30	30	50	30	30	30	30	36.00 ± 7.64	
K	1.36	0.85	0.46	0.28	0.41	1.21	0.26	0.36	0.23	0.33	0.57 ± 0.34	
Ca	19.5	3.1	2.95	1.95	2.7	19.5	1.95	3.85	1.45	1.45	5.84 ± 5.46	
Mg	5.75	0.81	0.82	0.63	0.8	3.75	1.92	1.92	0.45	0.92	1.78 ± 1.25	
SBE	26.61	4.76	4.23	2.86	3.91	24.46	4.13	6.13	2.13	2.7	8.19 ± 6.94	
B	1	0.8	0.8	0.8	0.8	1	0.8	0.8	0.8	0.8	0.84 ± 0.06	
Cu	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	8	1.8	8	1.8	8	3.66 ± 2.37	
Zn	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.00 ± 0.00	
N	0.34	0.081	0.077	0.078	0.12	0.26	0.081	0.16	0.098	0.08	0.14 ± 0.06	
MO	9.35	1.46	1.3	1.63	2.03	6.64	1.29	2.42	1.86	2.45	3.04 ± 1.80	
CO	5.44	0.85	0.76	0.95	1.18	3.86	0.75	1.41	1.08	1.42	11.28 ± 2.04	
C/N	16	10	9.8	12	9.8	15	9.3	8.6	11	18	11.95 ± 2.40	
Texture	Limon sableux	Limon sableux	Limon sableux	Limon sableux	Limon sableux	Limon sableux	Limon sableux	argilo- Limon sableux	argilo- Limon sableux	Limon sableux	Limon sableux	argilo- Limon sableux

I.2 Discussion

L'analyse des caractéristiques socioprofessionnelles des producteurs de maïs à Boma met en évidence une forte hégémonie masculine (70 %) et un âge médian de 50 ans, traduisant un certain vieillissement de la main-d'œuvre agricole active. Cette tendance s'inscrit en cohérence avec les observations de Sanou et al.¹³, qui soulignent la vulnérabilité des structures familiales face au départ des jeunes vers les centres urbains et au désintérêt progressif pour l'agriculture de subsistance.

L'analyse des pratiques agricoles des producteurs de maïs à Boma révèle une forte proportion d'agriculteurs disposant d'une longue expérience (40 % ayant plus de 10 ans d'expérience). Malgré cela, plus de la moitié d'entre eux (53,3 %) n'utilisent aucun engrais, tandis que le recours aux engrais chimiques reste minoritaire (30 %) et celui aux engrais organiques marginal (16,7 %). Cette situation de carence en apports nutritifs reflète les difficultés d'intensification agricole décrites par Labiyi et al.⁷, dont les travaux soulignent que les producteurs en milieu paysan ajustent leurs pratiques face à de fortes contraintes d'approvisionnement.

L'analyse de la perception et des attitudes des producteurs de maïs à Boma révèle un paradoxe intéressant : plus de trois quarts des enquêtés (76,7 %) estiment que l'usage des biofertilisants contribue positivement à l'amélioration des sols, et l'ensemble des producteurs (100 %) exprime une confiance globale envers les nouvelles technologies ainsi qu'une disposition ferme à utiliser ces intrants si les conditions de base sont réunies. Cette adhésion cognitive majoritaire rejoint les conclusions d'O'Neil et al.¹², dont les travaux soulignent que les producteurs agricoles possèdent généralement une capacité d'observation fine et des dispositions d'esprit favorables face aux innovations censées restaurer la fertilité des terres.

Concernant les caractéristiques pédologiques et les besoins exprimés, une majorité écrasante des producteurs (66,67 %) qualifie leurs sols de pauvres et constate un changement manifeste de leur fertilité, tandis que l'analyse textuelle met en avant une dominance des sols argileux (50 %) et sableux (46,7 %). Cette lucidité paysanne face à la dégradation des terres arables concorde avec les observations de Sawadogo et al.¹⁴, dont les travaux soulignent que les exploitants agricoles mesurent directement l'épuisement de leur capital foncier à travers la baisse des rendements.

L'analyse bivariable des caractéristiques socioprofessionnelles des producteurs de maïs à Boma ne met en évidence aucune différence statistiquement significative entre l'usage des biofertilisants et le genre ($p = 0,5$), l'âge ($p = 0,5$) ou encore la source de principal revenu ($p > 0,05$). Cette absence de différenciation suggère que l'âge ou l'appartenance à un genre particulier ne constituent pas des filtres ou des freins discriminants dans l'adoption des biofertilisants au sein de la zone d'étude. Ces observations rejoignent les nuances apportées par certains travaux en économie rurale notamment Kosma et al.,⁶ qui démontrent que face à des situations de

précarité globale et de contraintes structurelles partagées, les barrières à l'innovation affectent de manière homogène l'ensemble de la communauté paysanne.

L'analyse des déterminants de l'adoption des biofertilisants, évaluée à travers les indicateurs de performance globale du modèle (test du rapport de vraisemblance à $p = 0,999$ et test de Wald à $p = 0,934$), montre qu'aucun des facteurs socio-professionnels introduits n'exerce d'effet statistiquement significatif au seuil de 5 %. Cette absence de significativité globale, inhérente aux contraintes de taille d'échantillon en milieu paysan observé, est toutefois nuancée par l'examen des tendances portées par les rapports de cotes (*Odds Ratios*, OR) et les coefficients bêta.

En dépit de la prudence statistique imposée par ces indicateurs, ces tendances rejoignent les observations méthodologiques formulées par Loumedjinon⁹ sur l'analyse fine des comportements d'adoption.

L'analyse des propriétés chimiques des sols à Boma révèle une grande hétérogénéité des caractéristiques édaphiques. Le pH oscille entre des valeurs de 4,8 et 7,6 (moyenne de 6,1), traduisant des profils allant de fortement acides à alcalins. Cette forte variabilité s'observe également sur les éléments majeurs, avec un phosphore assimilable moyen de 36,00 ppm (30 à 50 ppm), un potassium moyen de 0,57 méq/100 g (0,23 à 1,36 méq/100 g), ainsi qu'une dispersion prononcée du calcium (moyenne de 5,84 méq/100 g, avec des extrêmes de 1,45 à 19,5 méq/100 g). Le magnésium affiche une moyenne de 1,78 méq/100 g, tandis que les micronutriments comme le bore (0,84 ppm) et le zinc (constant à 4 ppm) témoignent d'une relative stabilité, contrastant avec les variations du cuivre (1,8 à 8 ppm).

Cette forte hétérogénéité des propriétés chimiques et des réactions du sol concorde avec les observations rapportées par Koull et Halilat⁶ sur la variabilité pédologique des terres cultivées. Leurs travaux soulignent que les profils chimiques des sols subissent des fluctuations importantes d'une parcelle à l'autre en raison de l'historique des pratiques culturales, de l'intensité des apports antérieurs et des processus de lessivage ou d'érosion.

Conclusion et suggestions

L'étude a révélé un paradoxe entre la forte adhésion cognitive des producteurs et une adoption marginale (10 %) des biofertilisants à Boma, freinée par des barrières structurelles et le manque de vulgarisation. En caractérisant les sols et les déterminants socio-professionnels, ce travail a permis d'identifier les causes profondes de la stagnation des rendements face à l'appauvrissement des terres arables. Les objectifs fixés ont ainsi été atteints en démontrant l'interaction entre les perceptions paysannes et les

contraintes pédologiques. Enfin, la solution proposée réside dans un accompagnement axé sur la formation de proximité et la subvention des intrants.

Formation de proximité : Déployer des champs écoles paysans pour maîtriser les dosages et sécuriser l'application des biofertilisants.

Accessibilité financière : Faciliter l'accès au crédit et subventionner localement la distribution des intrants.

Fertilisation adaptée : Ajuster les apports aux réalités pédologiques et textuelles hétérogènes des parcelles.

Recherche participative : Étendre la taille des échantillons et co-concevoir les innovations avec les agriculteurs.

REMERCIEMENT : les auteurs expriment leurs sincères reconnaissances envers toutes les personnes qui ont contribué à la mise en œuvre de cette étude, jusqu'à son aboutissement.

References

- [1]. Bationo A, Kihara J, Vanlauwe B, Waswa B, Kimetu J. Soil organic carbon dynamics, functions and management in West African agro-ecosystems. *Agric Syst.* 2007;94(1):13-25.
- [2]. Byerlee D, Eicher CK. *Africa's emerging maize revolution.* Lynne Rienner Publishers; 1997.
- [3]. Food and Agriculture Organization (FAO). FAOSTAT database: Crops and livestock products. Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2022.
- [4]. Guèye M. Importance de l'agriculture familiale et diversification des revenus en milieu rural africain. *Rev Tiers Monde.* 2003;44(174):315-338.
- [5]. Kosma P, Jeutsa AD, Tchimtchoua RP, Yabi JA. Analyse des déterminants socio-économiques de l'adoption de technologies agricoles en milieu paysan. *Afrique Science.* 2022;18(3):55-68.
- [6]. Koull N, Halilat MT. Évaluation de la fertilité chimique et physique des sols sous cultures sahariennes. *Étude Gest Sols.* 2016;23:15-28.
- [7]. Labiyi IA, Yegbemey RN, Olodo VD, Yabi JA. Analyse des déterminants de l'adoption des pratiques de gestion de la fertilité des sols au Nord-Bénin. *Annales de l'Université de Parakou.* 2018.
- [8]. Lal R. Restoring soil quality to mitigate soil degradation. *Sustainability.* 2015;7(5):5875-5895.
- [9]. Loumedjinon EVS, Ayeni GA, Issaka K, Agani FO, Yabi JA. Analyse des déterminants de l'adoption des biofertilisants et performances des modèles de régression. *Afrique Science.* 2021;17(4):112-128.
- [10]. Ministère de l'Agriculture RDC. *Annuaire statistique agricole et de la pêche.* Ministère de l'Agriculture; 2021.
- [11]. Nzeka M. *The maize economy in Sub-Saharan Africa: Challenges and perspectives.* International Maize and Wheat Improvement Center; 2020.
- [12]. O'Neil GMM, Tovihoudji GP, Ollabodé N, Akponikpè PBI, Yabi JA. Perception des producteurs des changements climatiques et stratégies d'adaptation dans les systèmes de culture à base de maïs (*Zea mays*) au Nord-Bénin. *Ann Univ Parakou Sér Sci Nat Agron.* 2022;12(1):1-14.
- [13]. Sanou K, Amadou S, Adjegan S, Tsatsu KD. Perceptions and Adaptation Strategies of Agricultural Producers to Climate Change in the Northwest of the Savannah Region of Togo. *Agron Afr.* 2018;30:87-97.
- [14]. Sawadogo J, Bassole MSD, Kaboré A. Évaluation de la dégradation des terres et perception de la fertilité des sols en zone sahélienne. *Afrique Science.* 2021;18(2):45-60.
- [15]. Sawadogo A, Kaboré M. Dynamique des systèmes agraires et contraintes de fertilité en Afrique de l'Ouest. *Cah Agric.* 2020;29(3):34-42.
- [16]. Vanlauwe B, Descheemaeker K, Giller KE, Huising J, Merckx R, Nziguheba G, et al. Integrated soil fertility management in sub-Saharan Africa: unravelling local adaptation. *Soil.* 2015;1(2):491-508.