

Déterminants du développement agricole périurbain autour de la ville de Bujumbura, Burundi

**Serge NGENDAKUMANA^{1*}, Guy Paterne NISHIMWE¹, Sanctus NIRAGIRA¹,
Audace NIYONZIMA¹ et Séverin NIJIMBERE²**

¹ *Université du Burundi-UB, Faculté d'Agronomie et de Bio-Ingénierie-FABI, Centre Universitaire d'Etude et de Recherche-Développement en Agroéconomie (CERDA), BP 2940 Bujumbura, Burundi*

² *Université du Burundi-UB, Faculté d'Agronomie et de Bio-Ingénierie-FABI, Centre Recherche en sciences des productions Animales Végétales et Environnementales-CRAVE, Bujumbura 2940, Burundi*

(Reçu le 24 Septembre 2024 ; Accepté le 13 Novembre 2024)

* Correspondance, courriel : serge.ngendakumana@ub.edu.bi

Résumé

La présente étude a été menée dans la périphérie de la ville de Bujumbura, la capitale économique du Burundi. Elle vise à analyser les déterminants du développement agricole et les pratiques caractéristiques de l'agriculture périurbaine. La méthode utilisée s'articule sur l'analyse descriptive, l'analyse économétrique et l'analyse en composantes principales. Ainsi, les résultats montrent qu'autour de Bujumbura 65,71 % des chefs de ménages ont comme activité principale l'agriculture et/ou l'élevage ; 8,57 % sont des fonctionnaires ; 7,62 % sont des commerçants, 4,76 % sont des artisans ; 4,76 % font la vente de main d'œuvre et 2,86 % font d'autres activités. La moyenne des exploitations est 0,35 ha avec une durée d'occupation moyenne de 3 ans. Les tests de comparaison des moyennes ont révélé les écarts positifs et significatifs de la production pour les ménages qui adoptent les pratiques agricoles (utilisation des semences améliorées, combinaison de l'engrais organique avec les fertilisants organo-minéraux, rotation des cultures) par rapport aux ménages non adoptants. Le modèle linéaire montre que, prises conjointement, cinq variables influencent la production dont trois pratiques à savoir l'utilisation des semences améliorées, le semis en ligne et la rotation des cultures. Toutes ces pratiques ont montré une influence positive sur la production agricole.

Mots-clés : *production agricole, analyse économétrique, fertilisants, tenure, pratiques agricoles.*

Abstract

Determinants of peri-urban agricultural development around the city of Bujumbura, Burundi

This study was carried out on the outskirts of the city of Bujumbura, the economic capital of Burundi. It aims to analyze the determinants of agricultural development and practices characteristic of peri-urban agriculture influencing agricultural production. The tools and methods used are those of socio-economic analysis including econometric analysis and principal component analysis. Thus, the results show that around Bujumbura 65.71 % of household heads have agriculture and/or livestock as their main activity; 8.57 % are civil servants; 7.62 % are traders, 4.76 % are artisans; 4.76 % are masons or sell labor and 2.86 % do other activities. The

average farm size is 0.35Ha with an average tenure of 3 years. The means comparison tests revealed positive and significant differences in production for households that adopt agricultural practices (use of improved seeds, combination of organic fertilizer with organo-mineral fertilizers, crop rotation) compared to non-adopting households. The linear model shows that, taken jointly, five variables influence production including the use of improved seeds, row sowing and crop rotation. All these practices have shown a positive influence on agricultural production.

Keywords : *agricultural production, econometric analysis, fertilizers, tenure, agricultural practices.*

1. Introduction

Le Burundi a la plus petite population urbaine d'Afrique (~ 11 %), mais détient le troisième taux d'urbanisation le plus élevé du continent (~5,6 %) [1]. L'enquête diagnostic sur l'horticulture urbaine et périurbaine dans la ville de Bujumbura montre que, suite à cette urbanisation galopante, un secteur informel de production agricole s'est créé au sein des espaces urbains disponibles et à la périphérie de la ville de Bujumbura et une proportion non négligeable de la population citadine et environnante s'y lance [2]. Face à la stagnation de la production agricole au Burundi, plusieurs réformes ont été entreprises dans le secteur. Néanmoins appliquées très partiellement, ces réformes n'ont pas induit les changements structurels attendus, la transformation souhaitée des structures productives ne s'est pas produite et les réformes initiées sont restées inachevées [3]. De fait, l'agriculture burundaise ne produit pas assez pour couvrir les besoins alimentaires et nutritionnels de la population [4]. La question du développement agricole revêt un intérêt particulier dans le sens qu'elle vise à améliorer les rendements agricoles pour assurer la sécurité alimentaire des populations et la réduction de la pauvreté dans l'optique de l'atteinte des Objectifs du Développement Durable (ODD) [5]. L'histoire des pays développés montre que le développement de l'agriculture passe par le déploiement d'un écosystème complet, mêlant acteurs publics et privés dans de multiples domaines : recherche agronomique, enseignement agricole, conseil technique et économique, organisation des agriculteurs sous forme de coopératives et d'interprofessions, gestion des risques agricoles, services sociaux en milieu rural [6]. L'agriculture burundaise fait face à plusieurs contraintes parmi lesquelles figurent la faiblesse des services d'appui à la production agricole (recherche et encadrement), manque de semences améliorées et faible utilisation d'autres intrants performants, manque de techniques et technologies innovantes (mécanisation, conservation/ transformation) [7]. Or, une des voies bien établies vers l'amélioration du rendement et le développement agricole consiste à l'adoption de bonnes pratiques agricoles dont l'utilisation des intrants performants (semences sélectionnées, engrais organique et minéral, produits phytosanitaires) [8-10], la technologie agricole dont l'irrigation, l'accès au crédit agricole et la vulgarisation agricole [6, 10 - 13]. Les recherches sur le développement agricole accordent une place de plus en plus importante aux pratiques des agriculteurs [14]. Le développement agricole préconise un changement dans les techniques et l'organisation de la production agricole visant à obtenir une meilleure situation [15]. Le terme développement agricole recouvre plusieurs acceptions [16]. Selon ces auteurs, la plus fréquemment usitée a dans un premier temps considéré le développement agricole comme un processus de modernisation de l'agriculture reposant essentiellement sur l'introduction et la diffusion, par des agents de développement, de matériel biologique et de moyens de production issus de la recherche et de l'industrie. Et dans son sens le plus restreint, le développement agricole en est venu à désigner uniquement les opérations de vulgarisation agricole dans le secteur du développement touchant ainsi les catégories socioprofessionnelles en charge du développement tel que les agronomes, les techniciens et les vulgarisateurs. Ainsi, en tenant compte de la revue de la littérature, le développement agricole se résume en un changement progressif du processus de production agricole [17 - 19]. La question du développement agricole s'inscrit dans un ensemble d'initiatives

à plusieurs échelles. Sur le plan international, les Nations Unies ont adopté en 2015 les Objectifs de développement durable (ODD), également nommés Objectifs mondiaux. Ils sont un appel mondial à agir pour éradiquer la pauvreté, protéger la Planète et faire en sorte que tous les êtres humains vivent dans la paix et la prospérité d'ici à 2030. Notre travail cadre avec trois ODD à savoir l'ODD 1 (Pas de pauvreté), l'ODD 2 (Faim zéro) et l'ODD 3 (bonne santé et bien-être). Sur le plan national, la modernisation de l'agriculture est le premier parmi les 11 piliers établis dans le Plan National de Développement 2018-2027 pour transformer la structure de l'économie burundaise. La Stratégie Agricole Nationale 2018-2027 quant à elle prévoit un accroissement durable de la production agricole. La **Figure 1** illustre le cadre conceptuel de l'analyse qui récapitule le processus de la recherche et met en relation les bases théoriques et toutes les étapes de l'investigation jusqu'aux résultats économétriques recherchées.

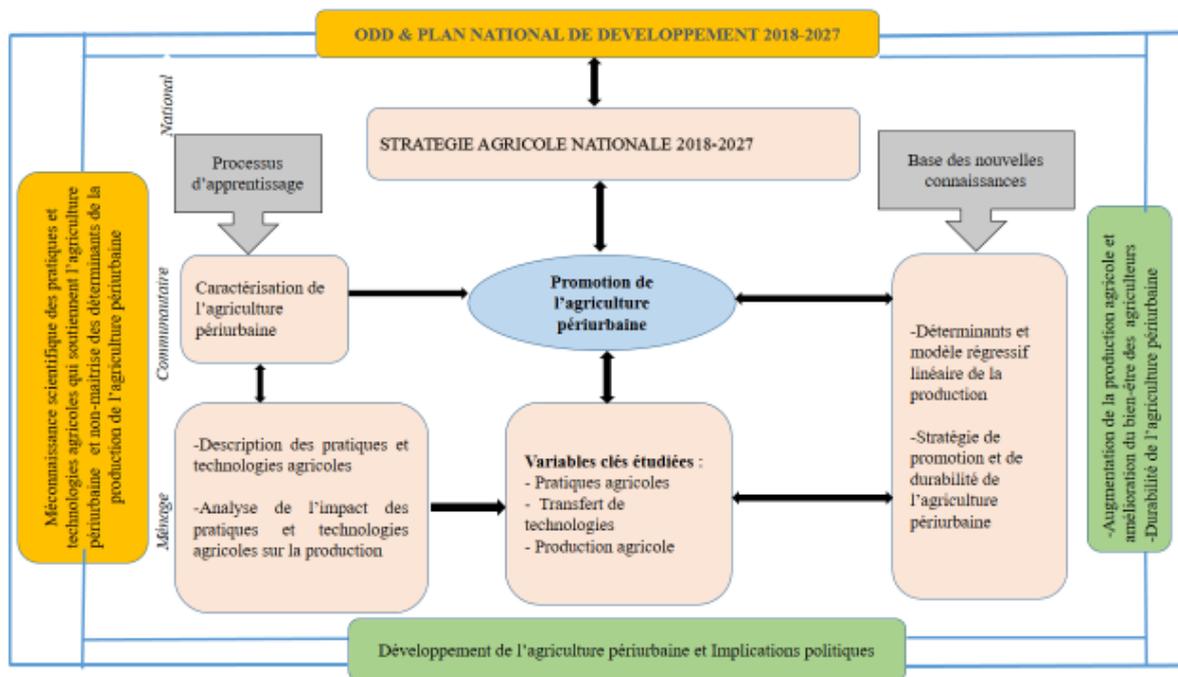


Figure 1 : Cadre conceptuel de l'étude

Dans une perspective conceptuelle et analytique, l'agriculture périurbaine n'ayant suscité que très peu d'intérêt chez les chercheurs au Burundi, il subsiste des lacunes sur la connaissance scientifique des pratiques et technologies agricoles qui soutiennent l'agriculture périurbaine exacerbées par la non-maitrise des déterminants de la production. Cela a suscité notre intérêt et il est crucial de faire une étude sur les pratiques, les technologies agricoles et autres facteurs qui soutiennent l'agriculture périurbaine permettant de mettre au point des stratégies opérationnelles pour assurer la promotion de l'agriculture périurbaine et ainsi tendre vers l'augmentation de la production, l'amélioration du bien-être des communautés et la pérennité de ces acquis. Ainsi, cette étude cherche à répondre aux questions suivantes : quelles sont les pratiques et les technologies agricoles qui soutiennent l'agriculture périurbaine autour de la ville de Bujumbura et dans quelle mesure influencent-elles la production agricole? L'objectif du présent article est d'identifier les déterminants du développement agricole périurbain autour de la ville de Bujumbura en identifiant les pratiques et les technologies agricoles qui soutiennent l'agriculture périurbaine autour de la ville de Bujumbura et en dégagant leur influence sur la production agricole.

2. Méthodologie

2-1. Population cible et sa localisation

La population concernée par notre étude comprend les chefs de ménages qui pratiquent l'agriculture dans les zones périurbaines autour de la ville de Bujumbura. L'étude a couvert trois communes frontalières à la ville de Bujumbura à savoir la commune Mutimbuzi située à la périphérie Nord de la ville, la commune Isare située à la périphérie Est de la ville et la commune Kabezi située à la périphérie Sud de la ville. Selon le 3^{ème} Recensement Général de la Population et de l'Habitat effectué en 2008, les communes Mutimbuzi, Isare et Kabezi abritent respectivement 69 525, 78 740 et 49 079 habitants. Dans ces communes, la majorité de la population vit de l'agriculture et de l'élevage comme c'est d'ailleurs le cas au niveau national. La commune Isare se trouve dans la région naturelle de Mumirwa surplombant la ville de Bujumbura. Son relief est, en grande partie, accidenté, avec une altitude variant entre 1000 m et 1750 m. La commune Mutimbuzi se trouve dans la région naturelle Imbo. Elle présente deux unités géomorphologiques différentes. Il y a le relief de la zone basse qui correspond au piémont des escarpements de la plaine de la Rusizi. L'altitude varie entre 775m à 1100m ; ici la topographie est plane. Il y a également le relief des escarpements communément appelé zone des Mirwa. La commune Kabezi est située dans les régions naturelles de Mirwa et Imbo. Son relief est constitué de la zone basse et la zone des Mirwa. La température moyenne dans la commune Isare varie entre 17°C et 23°C tandis que les précipitations moyennes annuelles varient de 1100 à 1800 mm par an. La commune Mutimbuzi a une température moyenne de 23°C enregistrée dans la station météorologique de l'aéroport International Melchior Ndadaye de Bujumbura. Le climat de la commune Kabezi est marqué par les températures moyennes maximales variant autour de 23°C dans la plaine, alors que dans les zones de hauteurs les températures moyennes minimales varient autour de 18°C.

2-2. Technique d'échantillonnage et taille de l'échantillon

La technique d'échantillonnage utilisée est l'échantillonnage à plusieurs degrés. Le premier degré consistait à faire le choix des communes à enquêter dans quatre communes qui font frontière avec la ville de Bujumbura. Ainsi, trois communes (Mutimbuzi, Isare et Kabezi) ont été choisies de façon aléatoire. Le deuxième degré consistait à faire le choix des zones dans les trois communes choisies. A cet effet, nous avons utilisé la **Formule** pour la population finie suivante :

$$n = \frac{p(1-p) + \frac{e^2}{Z_\alpha^2}}{\frac{e^2}{Z_\alpha^2} + \frac{p(1-p)}{N}} \quad [20] \quad (1)$$

où, n : taille de l'échantillon attendu pour les zones, Z_α : niveau de confiance (égale à 1,96 pour un taux de confiance de 95 %) – loi normale centrée réduite, p : proportion estimative de la population présentant la caractéristique étudiée dans l'étude. Elle est égale à 0,5 pour une proportion maximale, e : marge d'erreur que l'on est prêt à accepter en décimales (fixée à 10 % dans notre cas soit 0,1) et N : nombre total des zones des trois communes.

Ainsi, en calculant, nous avons trouvé qu'il faut enquêter dix (10) zones. Cependant, compte tenu des moyens et du temps, cette taille de 10 zones est élevée. A cet effet, la taille de l'échantillon a été ajustée pour trouver n' selon la **Formule** suivante :

$$n' = \frac{N * n}{N + n} \quad [21] \quad (2)$$

Le nombre de zones à enquêter devient alors cinq. Le choix de ces cinq zones à enquêter a été fait par échantillonnage aléatoire simple avec randomizer.org. Ainsi, les zones Maramvya, Rukaramu, Nyambuye, Benga et Ramba ont été retenues. Pour calculer la taille de l'échantillon des chefs de ménages, la **Formule** suivante a été utilisée :

$$n = \frac{p(1-p) * Z_{\alpha}^2}{e^2} \quad [20] \quad (3)$$

où, n est la taille de l'échantillon, Z_{α} est la surface où l'on retrouve 1- α de la courbe normale (Z'') et donc 1,96 lorsque le seuil de confiance accepté est de 95%, p est la proportion de personnes ayant le comportement dont on estime la précision, e est la marge d'erreur que l'on est prêt à accepter en décimales.

Dans notre cas, une proportion maximale de 50 % (0,5) a été considérée, un seuil de confiance de 95 % et une marge d'erreur de 10 % (0,1). Ainsi, la taille de l'échantillon trouvée est de 96 chefs de ménages agricoles et lors de l'enquête, la taille de l'échantillon a été majorée jusqu'à 105 ménages (soit 21 ménages par zone). Suite à la méconnaissance de la base de sondage de la population cible (les chefs de ménages agricoles), l'échantillonnage des volontaires a été utilisé pour choisir ces chefs de ménages. Moyennant cette méthode, l'entretien se fait avec toute personne qui accepte de donner des informations, à condition de faire partie intégrante de la population cible. L'enquête a été effectuée en 2023 à l'aide d'un questionnaire digitalisé sous le logiciel KoboCollect. Ensuite, les données primaires recueillies ont fait l'objet d'un traitement statistique. A cet effet, le logiciel STATA a été utilisé pour l'analyse descriptive, les tests de comparaisons des moyennes, la régression linéaire multiple et l'analyse en composantes principales (ACP). La culture de maïs a été utilisée pour les analyses économétriques.

2-3. Présentation du modèle d'analyse (Régression linéaire multiple)

Pour atteindre l'objectif de notre recherche, la régression linéaire multiple a été utilisée. L'effet des différentes pratiques et technologies agricoles est mesuré sur la production du maïs en présence d'autres facteurs (dits de contrôle) qui peuvent avoir une influence sur cette production. Le choix de ce modèle est guidé par la nature de la variable dépendante (production agricole) qui est une variable quantitative continue. En effet, le modèle linéaire multiple est un modèle dont la forme mathématique est la suivante :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon \quad [22] \quad (4)$$

où, Y est la variable endogène (dépendante, à expliquer) ; $X_j (j = 2,3,\dots,k)$ étant des variables explicatives encore appelées régresseurs ; $\beta_j (j = 0,1,2,3,\dots,k)$ étant les paramètres inconnus de la population. et ε est la perturbation ou le terme d'erreur.

Le **Tableau 1** montre les variables clés utilisées dans le modèle, leur description et leurs unités de codage pour faciliter le traitement des données et l'interprétation des résultats après analyse.

Tableau 1 : Les variables clés utilisés dans le modèle

Variable	Description	Unités ou codage
Maïs	Production du maïs	Kg
SemencesAm	Utilisation des semences améliorées	0. Non et 1. Oui
EO-FOMI	Combinaison de l'engrais organique avec les fertilisants organo-minéraux	0. Non et 1. Oui
Apps	Accès aux produits phytosanitaires	0. Non et 1. Oui
Rotation	Pratique de la rotation des cultures	0. Non et 1. Oui
Semlign	Pratique du semis en ligne	0. Non et 1. Oui
Irrigation	Pratique de l'irrigation	0. Non et 1. Oui
Vulgarisation	Accès aux services de vulgarisation	0. Non et 1. Oui
Projet	Participation dans un projet agricole	0. Non et 1. Oui
Crédit	Accès au crédit agricole	0. Non et 1. Oui
Coopérative	Appartenance dans une coopérative agricole	0. Non et 1. Oui
Age	Age du chef de ménage	En années
Genre	Genre du chef de ménage	0. Femme et 1. Homme
NE	Niveau d'étude du chef de ménage	1. Analphabète 2. Alphabète 3. Primaire 4. Collège 5. Secondaire 6. Université
SM	Situation matrimoniale	1. Célibataire 2. Marié(e) 3. Veuf/veuve 4. Divorcé(e)
AP	Activité principale du chef de ménage	1. Agriculture et/ou élevage 2. Artisanat 3. Commerce 4. Chauffeur 5. Fonctionnaire 6. Vente de main d'œuvre 7. Autres
TailleEA	Taille de l'exploitation agricole	En m ²

3. Résultats

3-1. Pratiques et technologies soutenant l'agriculture périurbaine

Les résultats de l'analyse descriptive montrent que dans la zone d'étude 68,57 % ; 63,81 % ; 43,81 % ; 74,29 % et 60 % des ménages utilisent respectivement l'engrais organique, les fertilisants organo-minéraux (FOMI), la combinaison de l'engrais organique avec FOMI, les produits phytosanitaires et les semences améliorées pour au moins une culture dans leur exploitation agricole. Les analyses révèlent aussi qu'autour de Bujumbura 65,71% des chefs de ménages ont comme activité principale l'agriculture et/ou l'élevage; 8,57 % sont des fonctionnaires ; 7,62 % sont des commerçants, 4,76 % sont des artisans ; 4,76 % font la vente de main d'œuvre et 2,86 % font d'autres activités. La moyenne des exploitations est 0,35Ha avec une durée d'occupation moyenne de 3ans. Notons que les produits phytosanitaires utilisés dans la zone d'étude sont chimiques. Les autres pratiques agricoles principales mises en œuvre dans la zone d'étude sont le semis en ligne pratiqué par 68,57 % de ménages, la rotation des cultures pratiquée par 42,86 % de ménages et l'irrigation pratiquée par 31,43 % de ménages. Le **Tableau 2** présente le récapitulatif des variables et des moyennes des productions selon les pratiques agricoles des ménages enquêtés.

Tableau 2 : Moyennes de la production du maïs selon l'adoption ou non des pratiques agricoles

Variable	Modalité	
	Oui	Non
Semences améliorées	121,75	55
Produits phytosanitaires	97,28	59,85
Irrigation	91,18	86,39
Semis en ligne	111,82	67,51
Rotation	105,60	73,18
Engrais organique + FOMI	112,21	68,22

Les résultats de ce **Tableau** montre que les ménages qui adoptent les différentes pratiques agricoles ont une production de maïs relativement élevée par rapport aux ménages non adoptants.

3-2. Influence des différentes pratiques agricoles sur la production du maïs

3-2-1. Tests de comparaison des moyennes

A partir des résultats du **Tableau 2**, la relation bivariée est considérée pour dégager l'influence des pratiques agricoles sur la production du maïs. A partir des résultats des tests de comparaison des moyennes, nous concluons sur la significativité de la différence des productions moyennes obtenues. Le **Tableau 3** illustre les résultats des tests de comparaison de moyennes de la production agricole obtenues par les ménages adoptant les pratiques agricoles sous considération et les non adoptant sur base des variables étudiées.

Tableau 3 : Tests de comparaison de moyennes de la production du maïs selon l'adoption ou non des différentes pratiques agricoles

Variable	t	ddl	p-value	Ecart moyen
Semences améliorées	-5,0642	75	0,0000	-66,76
Produits phytosanitaires	-2,2579	75	0,0269	-37,43
Irrigation	-0,2197	75	0,8267	-4,78
Semis en ligne	-3,0587	75	0,0031	-44,31
Rotation	-2,1681	75	0,0333	-32,42
Engrais organique + FOMI	-3,0217	75	0,0034	-43,98

Les différents tests statistiques montrent :

- un écart significatif entre la production moyenne du maïs des ménages qui utilisent les semences améliorées de maïs et celle des ménages qui ne les utilisent pas (p-value = 0,0000), au seuil de 1 %. En effet, les ménages qui utilisent les semences améliorées ont en moyenne un surplus de production de 66,76 kg de maïs par rapport à ceux qui ne les utilisent pas.
- un écart significatif entre la production moyenne du maïs des ménages qui utilisent les produits phytosanitaires et celle des ménages qui ne les utilisent pas (p-value = 0,0269), au seuil de 5 %. En effet, les ménages qui utilisent les produits phytosanitaires ont en moyenne un surplus de production de 37,43 kg de maïs par rapport à ceux qui ne les utilisent pas.
- un écart significatif entre la production moyenne du maïs des ménages qui font le semis en ligne et celle des ménages qui ne le font pas (p-value = 0,0031), au seuil de 1%. En effet, les ménages qui font le semis en ligne ont en moyenne un surplus de production de 44,31 kg de maïs par rapport à ceux qui ne le font pas.

- un écart significatif entre la production moyenne du maïs des ménages qui font la rotation des cultures et celle des ménages qui ne la font pas (p-value = 0,0333), au seuil de 5 %. En effet, les ménages qui font la rotation ont en moyenne un surplus de production de 32,42 kg de maïs par rapport à ceux qui ne la pratiquent pas.
- un écart significatif entre la production moyenne du maïs des ménages qui font la combinaison de l'engrais organique avec les fertilisants organo-minéraux et celle des ménages qui ne la font pas (p-value = 0,0034), au seuil de 1 %. En effet, les ménages qui font cette combinaison ont en moyenne un surplus de production de 43,98 kg de maïs par rapport à ceux qui ne la font pas.

Toutefois, il n'y a pas de différence significative entre les productions moyennes des ménages qui font l'irrigation et ceux qui ne la font pas. De fait, dans la plupart des écosystèmes agricoles burundais, l'eau ne constitue pas un facteur limitant car disponible en toutes saisons dans les cours d'eau proche ou sous forme de pluie.

3-2-2. Estimation économétrique

Le **Tableau 4** montre l'influence des différentes pratiques agricoles sur la production du maïs en présence d'autres facteurs qui peuvent avoir une influence sur cette production.

Tableau 4 : Résultats de la régression linéaire multiple

Maïs	coef	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
SemencesAm	54.22359	3.02	0.004	18.17169	90.27549
EO-FOMI	-16.47368	-1.12	0.269	-46.09636	13.149
Semlign	25.54029	1.87	0.068	-1.956428	53.03701
Irrigation	18.66722	1.03	0.306	-17.58904	54.92347
Apps	-2.573165	-0.16	0.876	-35.65532	30.50899
Rotation	28.50919	2.00	0.052	-1.1991054	57.21749
Vulgarisation	51.22748	2.50	0.016	10.12397	92.33098
Projet	.1885385	0.01	0.991	-34.71722	35.09429
Crédit	26.85276	0.94	0.352	-30.61227	84.31779
Coopérative	17.8638	0.94	0.354	-20.4692	56.1968
Age	.3899596	0.58	0.562	-.9520394	1.731959
Genre	17.54486	0.99	0.328	-18.11323	53.20295
SM					
Divorcé(e)	43.51342	0.65	0.517	-90.51879	177.5456
Marié(e)	-14.49387	-0.25	0.801	-129.248	100.2602
Veuf (ve)	-40.47006	-0.67	0.506	-161.8509	80.91079
NE					
Analphabète	.710251	0.03	0.973	-41.18874	42.60924
Collège	12.29245	0.43	0.670	-45.2474	69.8323
Primaire	-11.12098	-0.59	0.560	-49.21773	26.97577
Secondaire	-.0724974	-0.00	0.998	-58.51934	58.37434
Université	-15.05811	-0.35	0.731	-102.6355	72.51926
AP					
Artisanat	-11.25316	-0.40	0.692	-68.03569	45.52938
Chauffeur	24.12605	0.76	0.449	-39.33155	87.58365
Commerce	-14.71708	-0.42	0.675	-84.87881	55.44465
Fonctionnaire	-2.058451	-0.06	0.949	-66.48409	62.36719
VentedeMO	13.90253	0.47	0.640	-45.3876	73.19266
Autre	-29.48009	-0.88	0.381	-96.46088	37.5007
Taille	.0088899	3.41	0.001	.0036518	.014128
cons	-182.5328	-2.25	0.029	-345.7894	19.27614

Notre modèle est exempt de multi colinéarité (vif = 3,14) et d'hétéroscédasticité (le test de Breusch-Pagan a une p-value = 0,3939). Le test de Fisher F de significativité conjointe est fortement significatif au seuil de 1 % (p-value = 0,0000). Cela signifie donc que les variables explicatives prises en compte dans le modèle expliquent mieux la production du maïs dans la zone d'étude. Le coefficient de détermination (R^2) est égal à 0,6776. Cela veut dire que les variables du modèle prises conjointement influencent la production du maïs jusqu'à 67,76 %.

- D'un côté, les variables telles que l'utilisation des semences améliorées du maïs (p-value = 0,004) et la taille de l'exploitation agricole (p-value = 0,001) sont significatives au seuil de 1%. L'accès aux services de vulgarisation (p-value = 0,016) est significative au seuil de 5 %. Les variables semis en ligne (p-value = 0,068) et la rotation des cultures (p-value = 0,052) sont significatives au seuil de 10 %. Toutes ces variables influent positivement sur la production du maïs.
- De l'autre côté, les variables telles que la combinaison de l'engrais organique avec les fertilisants organo-minéraux, l'irrigation, l'accès aux produits phytosanitaires, la participation dans un projet agricole, l'appartenance dans une coopérative agricole, l'accès au crédit agricole, l'âge du chef de ménage, le genre, la situation matrimoniale, le niveau d'éducation et l'activité principale ne sont pas significatives.

La constante est significative (p-value = 0,029), cela signifie qu'il y a d'autres facteurs susceptibles d'influencer la production de maïs dans la zone d'étude qui n'ont pas été considérés dans cette étude.

3-3. Analyse en Composantes Principales

Dans ce paragraphe, nous allons faire la classification des ménages selon la production du maïs obtenue et les variables pouvant y être associées. Avec les résultats du modèle linéaire, seules les variables utilisation des semences améliorées, accès aux services de vulgarisation, taille de l'exploitation agricole, semis en ligne et rotation des cultures sont significatives. Par conséquent, elles vont faire objet de notre analyse. Le **Tableau 5** montre la contribution des différentes composantes ainsi que les valeurs propres respectives.

Tableau 5 : Valeurs propres et contribution des composantes

Composantes	Valeurs propres	Contribution	Contribution cumulée
Composante 1	2,1835	0,3639	0,3639
Composante 2	1,15938	0,1932	0,5571
Composante 3	0,948636	0,1581	0,7153
Composante 4	0,868516	0,1448	0,8600
Composante 5	0,57136	0,0952	0,9552
Composante 6	0,268612	0,0448	1,0000

A la lumière de ce **Tableau 5**, il ressort que seules deux composantes 1 et 2 sont significatives car leurs valeurs propres sont supérieures ou égales à 1 et par conséquent sont retenues. Leurs contributions représentent respectivement 36,39 % et 19,32 %. Considérées dans la globalité, les deux composantes renferment 55,71 % d'informations. Le tableau 6 récapitule les coefficients et les significativités des différentes variables sur les composantes retenues.

Tableau 6 : Significativité des variables suivant les composantes retenues

Variables		Coefficients	P> z
Composante 1	Maïs	0,6036058	0,000
	SemencesAm	0,4590358	0,000
	Semlignee	0,3773601	0,001
	Vulgarisation	0,326995	0,004
	Rotation	0,1816541	0,192
	TailleEA	0,3776527	0,001
Composante 2	Maïs	0,1471828	0,272
	SemencesAm	-0,4665343	0,002
	Semlignee	-0,4958957	0,049
	Vulgarisation	0,091457	0,810
	Rotation	0,4974471	0,275
	TailleEA	0,5088736	0,075

L'analyse de ce **Tableau 6** montre que : d'une part les variables production de maïs, utilisation des semences améliorées, semis en ligne, accès aux services de vulgarisation et taille de l'exploitation agricole sont très bien projetées sur la première composante (p -value < 1 %) c'est-à-dire qu'elles donnent des informations claires et suffisantes sur cette composante. D'autre part, les variables utilisation des semences améliorées et semis en ligne sont bien projetées sur la deuxième composante (p -value < 5 %) et la taille de l'exploitation agricole est faiblement bien projetée sur cette composante (p -value < 10 %). Toutefois, la variable rotation des cultures est mal projetée sur toutes les composantes (p -value > 10 %). Donc, elle n'y fournit pas des informations claires. La **Figure 2** présente le récapitulatif des graphiques montrant la classification obtenue par l'analyse en composantes principales des données des ménages selon les caractéristiques communes.



Figure 2 : Classification et caractérisation des ménages de la zone d'étude avec ACP

L'analyse de cette figure montre que :

- ⇒ Quelques ménages des communes Mutimbuzi et Isare ont accès aux services de vulgarisation, possèdent des grandes exploitations agricoles, ont accès aux semences améliorées de maïs, font le semis en ligne et produisent des grandes quantités de maïs.
- ⇒ La majorité des ménages de notre zone d'étude ont des petites exploitations agricoles, n'ont pas accès aux services de vulgarisation et produisent des petites quantités de maïs.

4. Discussion

4-1. Adoption des pratiques et technologies agricoles

Les résultats de notre recherche montrent que les fertilisants organo-minéraux sont utilisés par 63,81 % des ménages. Ce résultat montre une amélioration par rapport aux conclusions de la Stratégie Agricole Nationale « SAN » [23] selon lesquelles 40,7 % seulement des ménages agricoles au Burundi utilisent les engrais chimiques. Ceci peut être attribué en partie à la Politique Nationale de Subvention des engrais au Burundi (PNSEB) à travers laquelle le gouvernement burundais subventionne les engrais chimiques pour faciliter l'accès des ménages agricoles burundais à ces engrais. 68,57 % des ménages utilisent l'engrais organique. Ce résultat n'est pas étonnant vu que la majorité des ménages dans notre zone d'étude révèlent qu'ils possèdent des animaux d'élevage. 74,29 % des ménages utilisent les produits phytosanitaires. Ce résultat est un signe flagrant de la prolifération des maladies et de ravageurs dans la zone d'étude. 60 % des ménages utilisent les semences améliorées pour au moins une culture dans leur exploitation agricole. Ce résultat montre une nette amélioration par rapport à la situation de la campagne 2014-2015 où seuls 5,2 % des ménages agricoles ont utilisé les semences améliorées [23]. Avec ces résultats, nous voyons que dans notre zone d'étude, les ménages utilisent beaucoup les intrants agricoles performants. En effet, les consommateurs des villes sont prêts à payer plus cher pour des produits agricoles. Cela encourage les agriculteurs périurbains à utiliser les intrants performants pour augmenter leurs rendements. En plus, les terres agricoles périurbaines sont souvent limitées en superficie et l'utilisation d'intrants performants permet d'optimiser la production sur une surface donnée. L'irrigation est pratiquée par 31,42 % des ménages de la zone d'étude. Parmi eux, la majorité soit 75,76% sont de la commune Mutimbuzi. Ceci est expliqué en grande partie par le fait que cette commune se trouve dans la zone plane et le Fonds International de Développement Agricole (FIDA) à travers ses projets y a aménagé des canaux d'irrigation, d'où les exploitants de cette commune accèdent à l'eau d'irrigation facilement, ce qui n'est pas le cas dans les deux autres communes. Aucun ménage agricole dans notre zone d'étude ne pratique la mécanisation agricole et tous les ménages utilisent des houes pour cultiver. Ces résultats corroborent les assertions de la SAN qui soulignent la faiblesse et le manque de technologies agricoles dans l'agriculture burundaise.

4-2. Influence des différentes pratiques agricoles sur la production du maïs

S'agissant de l'influence des différentes pratiques, le test de comparaison de moyennes a révélé un écart positif significatif de la production de maïs pour les ménages qui adoptent les semences améliorées par rapport aux ménages non adoptants. Ceci est confirmé aussi par les résultats de la régression linéaire multiple, qui ont révélé une influence positive et significative au seuil de 1 % pour les ménages adoptants. Ces résultats s'expliquent par le fait que les semences améliorées du maïs sont plus productives et résistantes aux maladies ce qui fait que les ménages ayant accès aux semences améliorées produisent plus par rapport aux ménages qui n'ont pas accès aux semences améliorées. Ces résultats corroborent les résultats trouvés en 2015 au Cameroun [24] et en 2022 au Nigeria [25]. Le test de comparaison des moyennes a révélé aussi un écart positif significatif de la production de maïs pour les ménages qui font la combinaison de l'engrais organique avec les fertilisants organo-minéraux par rapport aux ménages qui ne la font pas. Ces résultats sont similaires aux résultats de [26] qui a trouvé une augmentation des rendements de maïs au Burkina Faso et de [10] qui a trouvé une augmentation de la production sur les cultures de sorgho, coton et le niébé au Mali, suite à l'apport conjointe des deux types de fumures. Le test de comparaison des moyennes a révélé aussi un écart positif significatif de la production de maïs pour les ménages qui adoptent le semis en ligne par rapport aux ménages non adoptants. Ceci est confirmé aussi par les résultats de la régression linéaire multiple, qui ont révélé une influence positive et faiblement significative du semis en ligne au seuil de 10 %. Le test de

comparaison de moyennes a révélé par ailleurs un écart positif significatif de la production de maïs pour les ménages qui adoptent la rotation des cultures par rapport aux ménages non adoptants. Ceci est confirmé aussi par les résultats de la régression linéaire multiple, qui ont révélé une influence positive et faiblement significative la rotation des cultures au seuil de 10 %. En effet, le semis en ligne permet d'avoir des cultures organisées et claires, facilite l'accès aux plantes, le repérage des mauvaises herbes et rend le binage plus aisé (l'entretien est facilité). La rotation quant à elle permet de préserver la fertilité des sols (car les différentes cultures ont des besoins nutritifs différents), de réduire les mauvaises herbes, les parasites et les maladies et d'améliorer la structure du sol. Ce qui explique le fait que les ménages qui font ces pratiques enregistrent un surplus de production. Le test de comparaison de moyennes a révélé enfin un écart positif significatif de la production de maïs pour les ménages qui utilisent les produits phytosanitaires par rapport aux ménages qui ne les utilisent pas. En effet, suite à la prolifération des maladies et des ravageurs dans la zone d'étude, l'utilisation des produits phytosanitaires s'avère nécessaire. Ce résultat montre que les produits phytosanitaires utilisés pour la culture du maïs dans la zone d'étude sont efficaces. En plus de ces pratiques, d'autres facteurs ont une influence significative sur la production. L'accès aux services de vulgarisation influence positivement la production du maïs. Cela confirme le rôle de la vulgarisation agricole dans l'augmentation de la production agricole en particulier et du développement agricole en général. En effet, le service de vulgarisation agricole est l'un des mécanismes les plus courants de transfert de connaissances et les compétences aux agriculteurs comme support pour les appliquer au monde réel [5]. Les ménages qui sont en contact avec les agents de vulgarisation ont accès régulièrement aux conseils agricoles et aux informations concernant les technologies et les bonnes pratiques agricoles. La taille de l'exploitation agricole influence positivement et significativement la production du maïs. Cela montre que dans la zone d'étude, la production du maïs dépend étroitement de la superficie agricole possédée par le ménage.

4-3. Perspectives politiques dans la promotion de l'agriculture périurbaine

Selon les résultats de notre recherche, l'agriculture périurbaine s'est avérée à haut usage d'intrants parmi lesquels figurent les engrais minéraux et les produits phytosanitaires chimiques. Cela étant, avec l'utilisation accrue de ces intrants, une interrogation survient : comment garantir une production agricole durable autour des centres urbains au Burundi en général et autour de la ville de Bujumbura en particulier dans une perspective de la nutrition saine des populations urbaines? Ceci table l'enjeu de ce que les spécialistes appellent l'agriculture bio à base des pratiques agroécologiques soutenues. D'après plusieurs recherches, l'utilisation exclusive des engrais minéraux ne garantit pas une production agricole durable [27 - 29]. L'un des principaux inconvénients des engrais minéraux révèle que certains exposent à une teneur élevée en acide comme l'acide sulfurique et l'acide chlorhydrique [28]. Ainsi, ni le fumier seul, ni le compost ou l'engrais minéral seul ne sont en mesure d'améliorer la fertilité du sol [29]. Parmi de nombreuses stratégies de gestion de la fertilité qui permettent de maintenir de façon durable la productivité et la fertilité des sols cultivés, la combinaison de l'engrais organique et l'engrais minéral occupe une place de choix car elle permet de limiter la perte en matière organique du sol et de réduire son acidification [28]. Dans la zone d'étude, il s'est avéré que la pratique de la combinaison des fertilisants organo-minéraux avec l'engrais organique, même si elle n'est pas statistiquement significative sur la production de maïs en présence d'autres facteurs (dans la régression linéaire multiple), les résultats du test de comparaison des moyennes ont révélé une influence positive et significative de cette pratique sur la production du maïs. La non-significativité au sein de la régression linéaire multiple pourrait être due à la taille de l'échantillon combinée au faible gradient dans la collecte des données. C'est tout de même une tendance qui atteste l'importance des pratiques agroécologiques dans l'agriculture périurbaine actuelle. Quand bien-même, cette pratique n'est pas majoritairement adoptée dans notre zone d'étude car elle est pratiquée seulement par 43,81 % des ménages, elle présente un potentiel d'amélioration de la productivité, de la production agricole ainsi que de la qualité

des produits agricoles, socle du bien-être basé sur de meilleurs revenus, d'une alimentation saine et d'un environnement fiable. Les politiques gagneraient donc, à intégrer cette pratique agroécologique dans les perspectives de promotion de l'agriculture en général et de l'agriculture périurbaine en particulier. En plus dans notre zone d'étude, il s'est remarqué une vague de chaleurs et des événements extrêmes comme les pluies diluviennes et les inondations. Ces phénomènes sont les indicateurs des changements climatiques actuellement vécus au Burundi et dans le monde [30]. De toute évidence, les conséquences des changements climatiques sur la survie des communautés s'aggravent de jour en jour d'où les mesures d'adaptation sont incontournables et devront constituer une priorité. Dans la zone périurbaine, il faut alors évoluer vers les pratiques plus durables comme l'agroforesterie et l'agroécologie qui semblent garantir la résilience aux risques climatiques. En somme, de cette investigation, les décideurs et agences de développement devraient :

- (i) Mettre au point et disponibiliser les semences améliorées plus productives, saines et résistantes aux maladies et aux ravageurs dans les zones périurbaines ;
- (ii) Renforcer le système de vulgarisation dans les zones périurbaines pour assurer que tous les ménages ont un accès aux services de vulgarisation et un encadrement agronomique adéquat ;
- (iii) Inciter les agriculteurs à adopter les pratiques de semis en ligne et de rotation des cultures dans la zone d'étude ;
- (iv) Mettre en place des politiques basées sur les pratiques agroécologiques qui préservent les terres agricoles dans les zones périurbaines.

5. Conclusion

Nos travaux de recherche portent sur l'analyse des déterminants du développement agricole périurbain autour de la ville de Bujumbura. Les résultats montrent que 65,71% des chefs de ménages ont comme activité principale l'agriculture et/ou l'élevage ; 8,57% sont des fonctionnaires ; 7,62% sont des commerçants, 4,76% sont des artisans ; 4,76% font la vente de main d'œuvre et 2,86% font d'autres activités. La moyenne des exploitations est 0,35 ha avec une durée d'occupation moyenne de 3ans. Les tests de comparaison des moyennes ont révélé les écarts positifs et significatifs de la production pour les ménages qui adoptent les pratiques agricoles (utilisation des semences améliorées, combinaison de l'engrais organique avec les fertilisants organo-minéraux, rotation des cultures) par rapport aux ménages non adoptants. Le modèle linéaire montre que, prises conjointement, cinq variables influencent positivement la production agricole dont l'utilisation des semences améliorées, le semis en ligne, la rotation des cultures, la taille de l'exploitation agricole et l'accès aux services de vulgarisation.

Références

- [1] - BAD, Burundi-Profil National de changement climatique, (2018). Disponible sur <https://www.afdb.org/fr/documents/burundi-profil-national-de-changement-climatiques>
- [2] - MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ELEVAGE, ROYAUME DE BELGIQUE & FAO. Enquête diagnostic sur l'horticulture urbaine et périurbaine dans la ville de Bujumbura Première partie : observations de la population cible et approches stratégiques d'intervention sur terrain. Rapport Final du Consultant, (2013) 56 p. https://www.ipcinfo.org/fileadmin/user_upload/hupburundi_upload/documents/cl%C3%A9s/Rapport_DP_Bujumbura_1e_partie.pdf
- [3] - O. A. ANGORAN, Burundi, Analyse du secteur agricole, Policy Analysis Unit, FAO, Hararé (2004). https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/kagera/resource/analyse_secteur_agricole.pdf
- [4] - ISTEEBU, Annuaire des statistiques agricoles du Burundi Edition 2016 (2017). <https://www.econbiz.de/Record/annuaire-des-statistiques-agricoles-du-burundi/10011800421>

- [5] - P. NAKALULE, Determinants of Agricultural productivity in Uganda. University of Makerere, Masters Thesis, (2021) DOI: 10.22004/ag.econ.319993
- [6] - A. BRULE-FRANÇOISE, B. FAIVRE-DUPAIGRE, B. FOUQUET, M. J. N., TAFFOREAU, C. ROZIERES et C. TORRE, Le crédit à l'agriculture, un outil-clé du développement agricole. *Techniques financières & développement*, (3) (2016) 35 - 52. DOI:10.3917/tfd.124.0035
- [7] - REPUBLIQUE DU BURUNDI. Plan National de Développement Burundi 2018-2027. <https://www.presidence.gov.bi/wp-content/uploads/2018/08/PND-Burundi-2018-2027-Version-Finale.pdf>
- [8] - O. H. ISSOUFOU, S. BOUBACAR, T. ADAM et B. YAMBA, Déterminants de l'adoption et impact des variétés améliorées sur la productivité du mil au Niger. *African Crop Science Journal*, 25 (2) (2017) 207 - 220. DOI:10.4314/acsj.v25i2.6
- [9] - R. S. OUEDRAOGO, Adoption et intensité d'utilisation de la culture attelée, des engrais et des semences améliorées dans le centre nord du Burkina Faso. *Innovations technologiques et productions agricoles en Afrique de l'Ouest. Exemple du Burkina Faso, du Ghana et du Togo*, (2009) 35 - 105. [https://books.google.bi/books?hl=fr&lr=&id=zmxUJ3SpxecC&oi=fnd&pg=PA35&dq=Ou%C3%A9draogo,+R.+S.+\(2009\).+Adoption+et+intensit%C3%A9+d%E2%80%99utilisation+de+la+culture+attel%C3%A9e,+des+engrais+et+des+semences+am%C3%A9lior%C3%A9es+dans+le+centre+nord+du+Burkina+Faso.+Innovations+technologiques+et+productions+agricoles+en+Afrique+de+l'Ouest.+Exemple+du+Burkina+Faso,+du+Ghana+et+du+Togo,+35.+&ots=CmEKZq5ktH&sig=kk10GI0uSTqAPAykCMkcFE8Unlw&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.bi/books?hl=fr&lr=&id=zmxUJ3SpxecC&oi=fnd&pg=PA35&dq=Ou%C3%A9draogo,+R.+S.+(2009).+Adoption+et+intensit%C3%A9+d%E2%80%99utilisation+de+la+culture+attel%C3%A9e,+des+engrais+et+des+semences+am%C3%A9lior%C3%A9es+dans+le+centre+nord+du+Burkina+Faso.+Innovations+technologiques+et+productions+agricoles+en+Afrique+de+l'Ouest.+Exemple+du+Burkina+Faso,+du+Ghana+et+du+Togo,+35.+&ots=CmEKZq5ktH&sig=kk10GI0uSTqAPAykCMkcFE8Unlw&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- [10] - M. TRAORE, Impact des pratiques agricoles (rotation, fertilisation et labour) sur la dynamique de la microfaune et la macrofaune du sol sous culture de sorgho et de niébé au Centre Ouest du Burkina Faso, (2012) https://bibliovirtuelle.u-naziboni.bf/biblio/opac_css/docnume/idr/elevage2/IDR-2012-TRA-IMP.pdf
- [11] - A. KASSAH, Irrigation et développement agricole dans le Sud tunisien. *Méditerranée*, 99 (3) (2002) 21 - 26. https://www.persee.fr/doc/medit_0025-8296_2002_num_99_3_3255 ou DOI:10.3406/medit.2002.3255
- [12] - D. JOSUÉ, Effets de l'intensification de l'agriculture sur l'alimentation et les revenus des producteurs de sorgho dans le cercle de Koutiala : Mémoire. Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR/IFRA) de Katibougou, (2019) <https://www.scribd.com/document/647037463/Josue>
- [13] - RAVELOSON-ANDRIAMIHAJA, H. De l'impact de l'information sur la croissance agricole à son impact sur le développement agricole dans les pays du Sud (Doctoral dissertation, Paris, 8 (2002). <https://theses.fr/2002PA082057>
- [14] - É. LANDAIS, J. P. DEFFONTAINES et M. BENOIT, Les pratiques des agriculteurs. Point de vue sur un courant nouveau de la recherche agronomique. *Etudes rurales*, (1988) 125 - 158. DOI:10.3406/rural.1988.3226
- [15] - P. PREVOSTE, Les bases de l'agriculture, Ed. Technique et documentation, Paris, (1999) 208 p. <https://www.librairie-gallimard.com/livre/9782743003234-les-bases-de-l-agriculture-2-ed-philippe-prevost/>
- [16] - H. COCHET, S. DEVIENNE, M. DUFUMIER. « L'agriculture comparée, une discipline de synthèse ? ». *Économie rurale*, (2007) 99 - 112 p. <https://doi.org/10.4000/economierurale.2043>
- [17] - M. MAZOYER, Développement agricole inégal et sous-alimentation paysanne. La fracture agricole et alimentaire mondiale. Nourrir l'humanité aujourd'hui et demain. Edited by M. Mazoyer and L. Roudart, (2005) 15 - 35. <https://www.lajauneetlarouge.com/wp-content/uploads/2012/07/612-page-033-040.pdf>
- [18] - J. YOMB, Développement agricole rural ou opportunité de rente financière des jeunes dans les stratégies de lutte contre l'endettement. *Pensée plurielle*, 37 (3) (2014) 111 - 123. DOI:10.3917/pp.037.0111

- [19] - B. BOUAMMAR, Le développement agricole dans les régions sahariennes Etude de cas de la région de Ouargla et de la région de Biskra (2006-2008), (2010) (Doctoral dissertation). https://dspace.univ-ouargla.dz/jspui/bitstream/123456789/665/1/THESE_DOCTORAT_BOUAMMAR_BOUALEM.pdf
- [20] - C. DURAND, Méthodes de sondage SOL3017. Notes de cours, deuxième partie (l'échantillon nage). Département de sociologie, Université de Montréal, (2002) <http://www.mapageweb.umontreal.ca/durandc/Enseignement/MethodesDeSondage/Public/referenc es/bibtaillemoef.pdf>
- [21] - I. SLIMANI, Constitution d'un Echantillon : Conseils Méthodologiques, fiche pratique : Constitution d'un échantillon, (2014) 7 p. https://www.economie.gouv.fr/files/fiche_pratique_constitution_echantillonv1.pdf
- [22] - R. BOURBONNAIS, Econométrie (Cours et Exercices corrigés), (2015) 439 p. <https://scholar.google.fr/citations?user=7MBqbSgAAAAJ&hl=fr>
- [23] - SAN, Stratégie Agricole Nationale du Burundi 2018-2027, (2018) <https://faolex.fao.org/docs/pdf/Bur190783.pdf>
- [24] - T. C. MEUGHOYI, Semences améliorées et productivité agricole des exploitations familiales agricoles au Cameroun. In Conférence sur « Accéléré la productivité agricole : la technologie et l'innovation, les actifs, l'accès au financement » au Cameroun, (2015) 1 - 13 p.
- [25] - A. OGUNNIYI, O. KEHINDE and A. OGUNDIPE, Impact of agricultural innovation on improved livelihood and productivity outcomes among smallholder farmers in rural Nigeria, (2016) Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2847537> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2847537>
- [26] - Z. HAMIDOU, M. SABIYOU, B. NACRO HASSAN, B. BOUBIE VINCENT, F. LOMPO et A. BATIONO, 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 (4) 1620 - 1632, August 2014. <https://www.ajol.info/index.php/ijbcs>
- [27] - J. SAWADOGO, P. J. D. A. COULIBALY, B. TRAORE, J. P. OUEDRAOGO, A. DIARRA et J. B. LEGMA, Caractérisations physico-chimiques d'un sol hydromorphe amendé par un biofertilisant dans un système de culture à base de cucurbitacées au Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 16 (5) (2022) 2457 - 2469. DOI:10.4314/ijbcs.v16i5.50
- [28] - H. H. SOCLO, Etude de l'impact de l'utilisation des engrais chimiques et des pesticides par les populations riveraines sur les écosystèmes (eaux de surface, substrat des réserves de faune) dans les complexes des aires protégées de la Pendjari et du W. Rapport d'étude, CENAGREF, Cotonou, (2003) 168 p. <http://www.cenagref.net>
- [29] - F. NDAYIZIGIYE, Haies vives de légumineuses arbustives et fumures organiques et minérales complémentaires pour la restauration de la fertilité des sols ferrallitiques acides du Rwanda. Chapitre 44 du Livre "Restauration de la productivité des sols tropicaux et méditerranéens. Contribution à l'Agroécologie. IRD Editions, (2017) 591 - 603 p. <https://books.openedition.org/irdeditions/24489?lang=fr> ou DOI : 10.4000/books.irdeditions.24108
- [30] - MINEAGRIE, Troisième communication nationale sur les changements climatiques, (2019). https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Burundi%20TNC_FINAL.pdf