

## Typologie des exploitations rizicoles de Bunkeya Sud-Est de la RDC : approche par classification ascendante hiérarchique

**Lucien Nkulu Masengo**

Université de Lubumbashi, Faculté des Sciences Agronomiques,  
Département d'Économie Agricole – Gestion de Production Agricole, RDC

**Chris Kamwanya Kipanga**

**Sabin Mulang Tshinish**

Université de Lubumbashi, Faculté des Sciences Agronomiques,  
Département de Phytotechnie, RDC

**John Tshomba Kalumbu**

**Jules Nkulu Mwine Fyama**

Université de Lubumbashi, Faculté des Sciences Agronomiques,  
Département d'Économie Agricole – Développement Économique et  
Agricole, RDC

**Moïse Kalambaie Bimn Mukanya**

Université Pédagogique Nationale, Faculté des Sciences Agronomiques,  
Département d'Économie Agricole – Développement Économique et  
Agricole, RDC

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n30p212](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n30p212)

Submitted: 25 July 2025

Accepted: 03 October 2025

Published: 31 October 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

### *Cite As:*

Masengo, L.N., Kipanga, C.K., Tshinish, S.M., Kalumbu, J.T., Fyama, J.N.M. & Mukanya, M.K.B. (2025). *Typologie des exploitations rizicoles de Bunkeya Sud-Est de la RDC : approche par classification ascendante hiérarchique*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (30), 212. <https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n30p212>

### Résumé

L'étude menée à *Bunkeya*, cité rurale du territoire de *Lubudi*, province de *Lualaba*, en RDC. Elle visait la caractérisation de la diversité des systèmes rizicoles et à identifier les facteurs expliquant leur hétérogénéité. Cette zone offre des conditions naturelles favorables à l'agriculture. Une approche méthodologique mixte a été adoptée, combinant analyse en composantes principales (ACP), classification ascendante hiérarchique (CAH) et régression logistique. L'ACP a mis en évidence l'ancienneté dans la riziculture, la superficie cultivée, l'accès aux intrants et les revenus agricoles comme

principaux facteurs de différenciation. Trois types d'exploitations ont été identifiés : un groupe de subsistance à faibles intrants, un groupe intermédiaire, et un groupe performant, mieux organisé et plus rentable. L'analyse des facteurs explicatifs a révélé quatre variables déterminantes : le niveau d'instruction, l'ancienneté dans l'activité, le système cultural utilisé, et l'accès au crédit, ce dernier jouant un rôle clé dans l'intensification des systèmes agricoles.

---

**Mots-clés:** Typologie, Approche ACP et CAH, Riz, Exploitation agricole, Bunkeya

---

## **Typology of Rice Farms of Bunkenya in the Southeastern of DRC: A Hierarchical Ascending Classification Approach**

***Lucien Nkulu Masengo***

Université de Lubumbashi, Faculté des Sciences Agronomiques,  
Département d'Économie Agricole – Gestion de Production Agricole, RDC

***Chris Kamwanya Kipanga***

***Sabin Mulang Tshinish***

Université de Lubumbashi, Faculté des Sciences Agronomiques,  
Département de Phytotechnie, RDC

***John Tshomba Kalumbu***

***Jules Nkulu Mwine Fyama***

Université de Lubumbashi, Faculté des Sciences Agronomiques,  
Département d'Économie Agricole – Développement Économique et  
Agricole, RDC

***Moïse Kalambaie Bimn Mukanya***

Université Pédagogique Nationale, Faculté des Sciences Agronomiques,  
Département d'Économie Agricole – Développement Économique et  
Agricole, RDC

---

### **Abstract**

The study was conducted in Bunkeya, a rural town in the Lubudi territory, Lualaba province, in the Democratic Republic of Congo (DRC). It aimed to characterize the diversity of rice-farming systems and to identify the factors explaining their heterogeneity. This area offers natural conditions favorable to agriculture. A mixed methodological approach was adopted, combining Principal Component Analysis (PCA), Hierarchical Ascendant Classification (HAC), and logistic regression. The PCA highlighted seniority in rice cultivation, cultivated area, access to inputs, and agricultural income as the main factors of differentiation. Three types of farms were identified: a

subsistence group with low input use, an intermediate group, and a high-performing group that is better organized and more profitable. The analysis of explanatory factors revealed four key variables: the level of education, years of experience in rice farming, the production system used, and access to credit, the latter playing a decisive role in the intensification of agricultural systems.

---

**Keywords:** Typology, PCA and HCA, Rice, Agricultural holdings, Bunkeya

## Introduction

### Contexte et justification

La République Démocratique du Congo (RDC), malgré un potentiel agroécologique remarquable, demeure confrontée à une insécurité alimentaire persistante (Michel et al., 2018 ; Muteba et al., 2019 ; Nkulu et al., 2025). Parmi les cultures vivrières, le riz occupe une place croissante dans les régimes alimentaires congolais. Plusieurs travaux ont montré que cette céréale tend progressivement à supplanter le maïs, notamment dans les zones urbaines, périurbaines et minières, où la demande est soutenue par la croissance démographique et les mutations alimentaires (Bolakonga et al., 2017 ; Michel et al., 2018). Ce basculement s'explique également par la baisse de compétitivité du maïs, frappé par les effets du changement climatique et diverses contraintes agronomiques. Pourtant, la production nationale de riz demeure marginale, fragmentée et structurellement incapable de répondre à une consommation en forte expansion (Tshomba et al., 2020). Dans ce contexte, la localité de *Bunkeya*, située dans le sud-est du pays, au cœur de l'arc cuprifère katangais, constitue un territoire stratégique. Sur le plan agronomique, elle dispose d'atouts indéniables entre autres le climat favorable, sols fertiles, proximité de la vallée de la *Lufira* et d'une main-d'œuvre agricole encore disponible Kasongo (2009). Cependant, elle est en proie à un enclavement multidimensionnel tel que les routes dégradées, faible accès aux intrants, services de vulgarisation absents, isolement logistique vis-à-vis des grands marchés de consommation comme *Lubumbashi*, *Likasi* et *Kolwezi*. Sur le terrain, la riziculture à *Bunkeya* est pratiquée de manière hétérogène par des exploitants aux profils très variés : petits producteurs de subsistance, agriculteurs semi-commerciaux dotés de quelques moyens, et producteurs plus capitalisés tirant profit des opportunités offertes par les marchés urbains. Cette diversité se manifeste par des écarts importants de surface cultivée, de niveau de technicité, d'accès aux ressources, et surtout de capacité à vendre sur des marchés au-delà du local. Pourtant, la planification des politiques agricoles nationales ou même les projets de développement locaux continuent de traiter ces producteurs comme un bloc homogène, ce qui limite l'efficacité des interventions.

Les réalités vécues à *Bunkeya* montrent que certains producteurs parviennent à produire 3 à 4 tonnes/ha grâce à l'utilisation de semences améliorées, au repiquage et à la gestion de l'eau, alors que d'autres, dans le même espace géographique, peinent à atteindre 1 tonne/ha en raison du recours à des pratiques archaïques, du manque d'accès à la formation, ou à l'absence de main-d'œuvre disponible.

Ces écarts se retrouvent aussi au niveau des infrastructures post-récolte. Là où certains groupes communautaires disposent de petites décortiqueuses, d'autres battent encore le riz à la main, avec des pertes post-récolte supérieures à 40 %. Par ailleurs, les circuits de commercialisation restent désorganisés. Faute d'organisation paysanne fonctionnelle et de routes praticables, les producteurs vendent souvent leur riz brut à des collecteurs venus des centres urbains, à des prix très désavantageux voir même modique Nkulu et al. (2025). Les exploitations mieux structurées, disposant de connexions sociales, de moyens de transport rudimentaires et négociers s'en sortent relativement mieux dans la négociation des prix. Face à cette réalité éclatée, une typologie rigoureuse des exploitations rizicoles devient indispensable pour éclairer la prise de décision. Cette dernière permet non seulement de comprendre les différentes logiques de production et de mise en marché, mais aussi d'identifier des leviers adaptés pour chaque groupe d'exploitants.

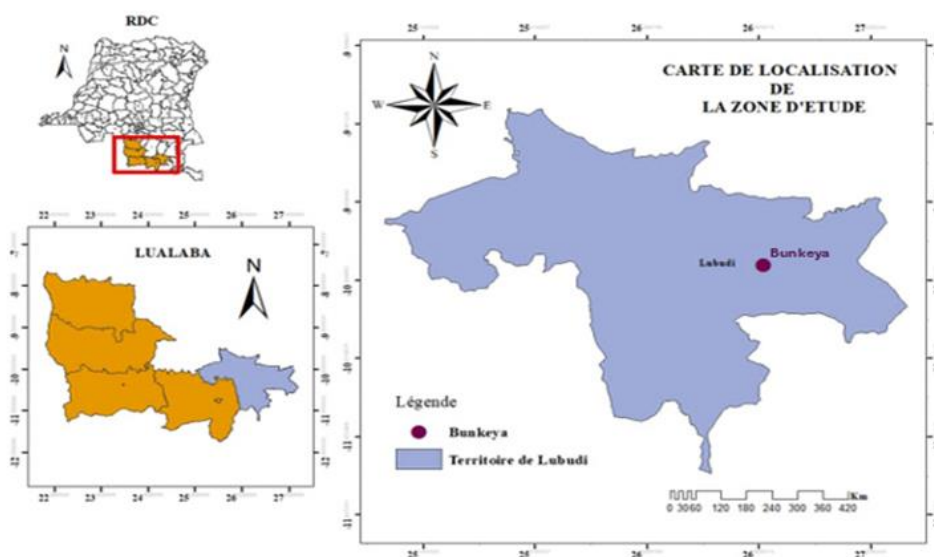
L'approche par classification ascendante hiérarchique (CAH) offre un cadre analytique puissant pour structurer cette diversité en groupes homogènes selon des critères objectifs, croisant les dimensions techniques, économiques et sociales. Ce travail s'inscrit donc dans une double perspective : diagnostique et opérationnelle. Il s'agit, d'une part, de dresser une cartographie fine des profils d'exploitation à Bunkeya et, d'autre part, de fournir une base empirique solide pour l'élaboration de politiques agricoles différenciées, capables de répondre aux besoins spécifiques de chaque catégorie d'agriculteurs. Dans un contexte où les ressources sont limitées et les défis multiples (changement climatique, pression démographique, volatilité des prix), une telle démarche ciblée est non seulement souhaitable, mais urgente. L'objectif spécifique de ce travail est de : (a) catégoriser et regrouper les exploitations en profils homogènes ; (b) Décrire et analyser les caractéristiques dominantes de chaque type d'exploitation identifié ; (c) Évaluer les principaux déterminants de la différenciation entre les types d'exploitations ; (d) Identifier les contraintes spécifiques rencontrées par chaque profil d'exploitation.

## **Méthodes**

### **Milieu**

Bunkeya, cité rurale du territoire de Lubudi dans la province du Lualaba (RDC), est un ancien centre historique aujourd'hui reconverti en pôle

agricole stratégique. Située à 200 km de Lubumbashi et 75 km de Likasi, elle s'étend sur 14 km<sup>2</sup> dans la plaine de Lubembé, à 950 m d'altitude, et bénéficie d'un climat tropical bimodal (Kasongo, 2009). Le relief collineux et le réseau hydrographique dense, associés à des sols fertiles et une végétation de savane et de Miombo, confèrent à la zone un potentiel agricole élevé, notamment dans les localités de *Kalonga*, *Kitondo* et *Buleya*. Le sous-sol est également riche en minerais (cuivre, fer, cassitérite, marbre, schistes-dolomie). Avec une population estimée à plus de 23 000 habitants, l'économie locale repose sur l'exploitation minière et l'agriculture, en particulier la riziculture, le maïs et l'oignon. Sa situation géographique, entre Kolwezi, Likasi et Lubumbashi, en fait un relais commercial stratégique entre zones rurales et urbaines. Ces atouts naturels et humains positionnent Bunkeya comme un espace à fort potentiel de développement, sous réserve d'un encadrement adapté des ressources et des flux.



Carte de la zone de Bunkeya

## Méthodes

### Approche méthodologique

Ce travail s'appuie sur une démarche méthodologique quantitative de type empirico – analytique, visant à construire une typologie des exploitations rizicoles dans la zone de *Bunkeya*, située dans le sud-est enclavé de la RDC. La méthode adoptée repose sur une combinaison rigoureuse de l'Analyse en Composantes Principales (ACP) et de la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH), deux outils reconnus pour la structuration de données multidimensionnelles et la mise en évidence de profils fonctionnels dans les systèmes agricoles (Landais, 1998 ; Dugué et al., 2004 ; Lebailly et al., 2004).

Ce choix est justifié par la forte hétérogénéité observée parmi les exploitants locaux en termes de capital foncier, d'accès aux intrants, de niveau de mécanisation et de stratégie de mise en marché qui rend nécessaire une lecture typologique fondée sur des critères objectivés et statistiquement validés.

### **Population et échantillonnage**

La population ciblée est composée de producteurs de riz actifs dans la chefferie de *Bunkeya*. Un échantillonnage raisonné a été adopté, intégrant des critères géographiques (différents sites de culture), sociaux (sexe, taille du ménage, expérience agricole) et économiques (surface cultivée, statut foncier, équipements). La taille de l'échantillon retenue est de 240 exploitations rizicoles constituant les grands sites de production dans et autour de la zone rurale de *Bunkeya*, ce qui assure une bonne couverture des profils existants.

### **Collecte et structuration des données**

Un questionnaire structuré, administré via l'application Kobocollect, a permis de collecter des données organisées autour de trois axes principaux : (i) Socio-économiques : âge, niveau d'instruction, taille du ménage, sources de revenu ; (ii) Techniques et foncières : surface cultivée, types de semences et d'intrants, outils agricoles, rendements ; (iii) Organisation et marché : appartenance à des organisations, accès au crédit, types de circuits de vente. Les données qualitatives issues des entretiens semi-directifs (agents agricoles, transformateurs, commerçants) ont servi à enrichir et contextualiser les résultats quantitatifs.

### **Analyse statistique**

#### **❖ Analyse en composantes principales (ACP) :**

L'ACP a été utilisée comme outil de réduction de dimension afin d'identifier les axes majeurs de variation parmi les exploitations. Chaque composante principale est définie comme une combinaison linéaire pondérée des variables initiales :

$$Z_j = a_{1j}X_1 + a_{2j}X_2 + \dots + a_{pj}X_p$$

Où  $Z_j$  est la  $j$  ième composante ;  $a_{ij}$  les coefficients de pondération et  $X_i$  les variables centrées et réduites. L'ACP a permis de projeter les exploitations dans un espace factoriel de faible dimension (généralement 2 ou 3 axes), facilitant l'analyse graphique et la mise en évidence de groupes d'exploitations similaires (Dugué et al., 2004 ; Tittonell et al., 2010).

#### **❖ Classification ascendante hiérarchique (CAH)**

La CAH a été réalisée à partir des coordonnées issues de l'ACP, selon la méthode de Ward, qui vise à minimiser l'inertie intra-groupe à chaque étape de fusion :

$$\Delta E = \frac{n_A \cdot n_B}{n_A + n_B} \cdot d^2(A, B)$$

Où  $n_A$  et  $n_B$  ont les tailles des groupes fusionnés et  $d^2(A, B)$  la distance euclidienne au carré entre leurs centres de gravité. La distance euclidienne est utilisée comme mesure de dissimilarité entre les individus :

$$d(i, j) = \sqrt{\sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

Le dendrogramme généré par la CAH a été interprété pour définir un nombre optimal de classes (ou types) d'exploitations, validé par analyse graphique (rupture d'inertie) et interprétation logique des regroupements.

#### ❖ Analyses complémentaires

- Une analyse discriminante linéaire a été utilisée pour vérifier la robustesse des regroupements obtenus, en mesurant la capacité des variables à discriminer correctement entre les classes formées (Giller et al., 2006).
- Des tests de comparaison intergroupes ont été réalisés : ANOVA ou test de Kruskal-Wallis pour les variables continues, test de Khi<sup>2</sup> pour les variables catégorielles.

### Outils d'analyse

L'ensemble du traitement statistique a été effectué sous R (packages FactoMineR, cluster, ggplot2) et SPSS pour les analyses complémentaires. Les entretiens qualitatifs ont été codés manuellement selon une grille thématique

### Limites de la méthodologie

- L'échantillon n'est pas aléatoire mais raisonné, ce qui peut limiter la généralisation des résultats à l'ensemble de la province.
- Certains indicateurs (rendements, pertes post-récolte) sont auto-déclarés, ce qui peut induire des biais de perception ou de mémorisation.
- La typologie produite est fonction des variables choisies : d'autres dimensions (écologiques, culturelles) pourraient générer des regroupements alternatifs.

### Justification scientifique

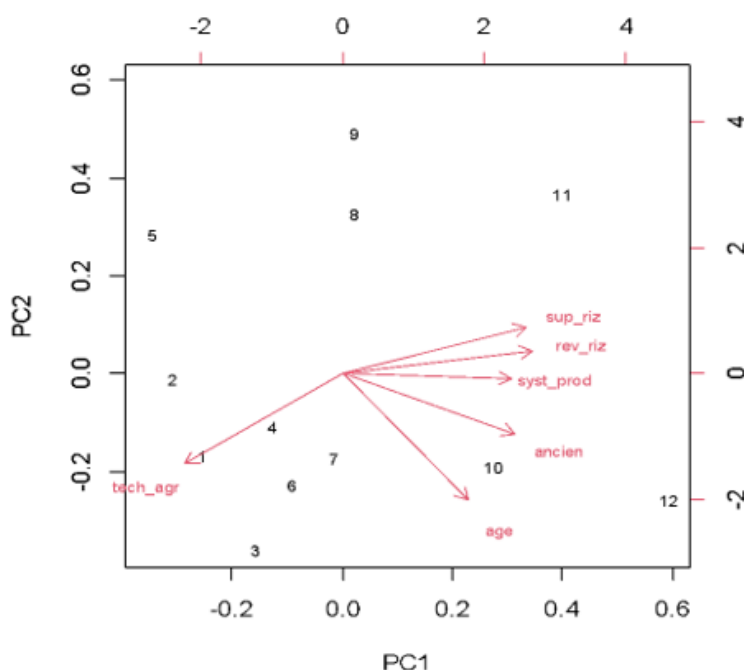
La combinaison ACP + CAH est aujourd'hui une méthode de référence dans les recherches agronomiques pour modéliser la diversité des exploitations (Landais, 1998 ; Lebailly et al., 2004). Elle permet une lecture multidimensionnelle et empirique des systèmes agricoles, en lien direct avec

les contraintes et les dynamiques locales, et est particulièrement adaptée aux zones rurales africaines marquées par des contrastes internes élevés (Tittonell et al., 2010 ; Kassie et al., 2012).

## Résultats de l'étude

### Catégorisation et regroupement des exploitations en profils homogènes

*Structuration multidimensionnelle des exploitations rizicoles selon la performance productive, l'insertion technico-économique et le profil socio-démographique des producteurs*

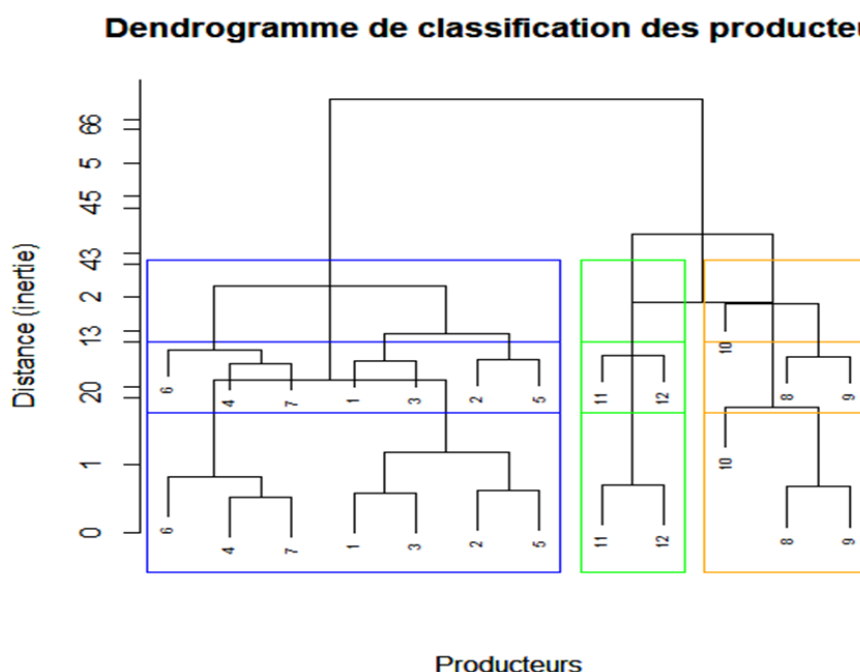


**Fig. 1 :** Structuration multidimensionnelle des exploitations rizicoles

L'analyse en composantes principales (ACP) réalisée sur les exploitations rizicoles de la zone de Bunkeya révèle une structure multidimensionnelle claire, traduisant la diversité des systèmes de production et des profils sociotechniques des producteurs. Le premier axe principal (PC1) à lui seul explique 73,08 % de la variance totale, ce qui en fait l'axe dominant structurant les différences majeures entre exploitations. Il est fortement corrélé à des variables telles que le revenu rizicole, la superficie cultivée, l'ancienneté dans la riziculture et le système de production. Ces contributions indiquent que PC1 reflète un gradient de performance et de capacité productive, opposant les producteurs traditionnels, à faible revenu, cultivant de petites superficies avec des systèmes simples, à des producteurs techniquement plus avancés, mieux insérés dans des systèmes de production intensifiés, disposant

de plus grandes surfaces et générant des revenus nettement plus élevés. Graphiquement, les vecteurs du cercle des corrélations montrent une convergence des flèches représentant la superficie, le revenu, le système de production et l'ancienneté, tous orientés dans le même sens sur PC1, confirmant leur covariation. À l'inverse, la technique agricole pointe en direction opposée, indiquant que les producteurs les plus avancés techniquement ne sont pas toujours ceux ayant les plus grandes exploitations ou les meilleurs rendements, mais peuvent former un profil distinct. L'âge est modérément opposé à ces vecteurs, renforçant l'idée d'un clivage entre producteurs anciens et jeunes.

*Arbre hiérarchique de classification des exploitations rizicoles selon leurs caractéristiques techniques, productives et économiques à Bunkeya*



**Fig. 2 :** Classification ascendante hiérarchique des producteurs

L'analyse par classification ascendante hiérarchique (CAH), appliquée aux 240 exploitations enquêtées à Bunkeya, a permis d'identifier trois groupes distincts d'exploitations rizicoles, différenciés par leurs pratiques, niveaux techniques et performances économiques. Les résultats, présentés sous forme de moyennes comparatives (superficie, rendement, revenu), sont validés par des tests statistiques (ANOVA), assurant la significativité des différences observées. Cette approche combine la rigueur méthodologique et lisibilité, offrant une typologie claire et opérationnelle des exploitations étudiées. Le

premier groupe regroupe les petites exploitations rizicoles, caractérisées par une superficie cultivée relativement faible (0,50 à 1,43 ha), un rendement modeste avoisinant 667 kg/ha, et un système de production basé sur des bas-fonds non irrigués. Ces unités agricoles recourent exclusivement à des techniques manuelles, avec un semis semi-direct à la volée, ce qui se traduit par un revenu moyen limité ( $\pm 1\,372\,501$  FC) et reflète une productivité contrainte par l'accès restreint aux innovations agricoles. Le second groupe représente un profil intermédiaire ou de transition. Avec une superficie moyenne plus importante (3,50 ha) et un rendement de 1 466 kg/ha, ces exploitations affichent une performance doublée par rapport au premier groupe. Elles commencent à intégrer des pratiques plus intensives, notamment l'utilisation partielle des bas-fonds irrigués et l'adoption d'outils semi-mécanisés. Le revenu rizicole moyen atteint près de 3 759 692 FC, témoignant d'une amélioration significative, bien qu'encore éloignée des standards des grandes exploitations. Enfin, le troisième groupe se distingue par un profil de grandes exploitations rizicoles, avec une superficie moyenne de 4,84 ha, un rendement élevé de 2 234 kg/ha et un recours marqué aux plateaux irrigués. Ces unités mobilisent des techniques mécanisées et privilégient des pratiques modernes telles que le repiquage, traduisant un haut degré de maîtrise technique. Le revenu rizicole moyen (5 916 157 FC) est plus de quatre fois supérieur à celui du premier groupe, confirmant l'efficacité économique d'un modèle de production intensif et capitalisé. Ainsi, la typologie issue de la CAH met en évidence une hiérarchie claire des exploitations rizicoles à Bunkeya, allant des petites unités traditionnelles et peu mécanisées aux grandes exploitations modernes et performantes. Elle révèle également une corrélation positive entre la taille de l'exploitation, le degré d'intensification technologique et la performance économique, confirmant l'hypothèse d'une structuration différenciée des dynamiques agricoles locales.

*Comparaison des caractéristiques moyennes des exploitations rizicoles par groupe typologique issu de la classification hiérarchique*

L'analyse statistique du tableau 1. Ci-dessous révèle une différence hautement significative ( $p < 0.05$ ) de la superficie cultivée en riz entre les trois groupes de producteurs. Cette variation confirme que les profils typologiques à savoir petits, moyens et grands producteurs se différencient nettement par la taille de leur exploitation, ce qui constitue un critère structurel de classification forte. De même, les fondements moyens diffèrent significativement entre les groupes, traduisant une variation manifeste des performances techniques. Cette hétérogénéité est probablement liée à des facteurs tels que l'intensité des intrants, l'accès aux technologies agricoles, où encore les capacités de gestion technique des exploitations. Concernant le système de production, bien que différence observée ne soit pas statistiquement significative au seuil

conventionnel de 5% ( $p \approx 0.08$ ), elle suggère une tendance à la différenciation. En revanche, la technique agricole mobilisée (manuelle ou mécanisée) varie de manière significative selon les groupes ( $p < 0.01$ ), indiquant une rupture technologique claire entre les profils. Les producteurs utilisant des outils mécanisés apparaissent plus modernisés et forme un segment distinct de ceux ayant recours aux méthodes manuelle, généralement associés aux petites exploitations. En ce qui concerne le mode de semis, le résultats révèlent une différence non significative mais proche du seuil ( $p \approx 0.08$ ). cela indique qu'une hétérogénéité existe, notamment entre le semi en ligne, en, volée ou le repiquage, mais sans que cette variabilité ne permette encore une différenciation statistique tranchée entre les groupes. Enfin, l'analyse du revenu brut issu de la riziculture montre une différence significative entre les groupes. Cette disparité économique corrobore les résultats techniques précédents, les grands exploitants affichent des revenus nettement supérieurs, traduisant à la fois leur meilleure productivité et l'effet d'échelle lié à l'extension des superficie cultivées.

**Tableau 1.** comparatif des caractéristiques des exploitation rizicoles

| Variables             | Groupe 1 | Groupe 2 | Groupe 3 | p-value  | Chi <sup>2</sup> ; dl = 2 |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|---------------------------|
| Superf. Moyenne       | 1.43     | 3.50     | 4.84     | 0.013**  | 8.6538                    |
| Rendement moyen       | 667      | 1466     | 2234     | 0.013**  | 8.6538                    |
| Système de production | 1.26     | 1.37     | 1.9      | 0.079    | 5.0691                    |
| Technique agricole    | 2        | 1.5      | 1.3      | 0.004*** | 10.855                    |
| Mode de semis         | 1.89     | 2.13     | 3.8      | 0.082    | 4.9975                    |
| Revenu issu           | 1372501  | 3759692  | 5916157  | 0.013**  | 8.6538                    |

Signification : « \*\*\* » 0.001 « \*\* » 0.01 « \* » 0.05.

## Description et analyse des caractéristiques dominantes de chaque type d'exploitation

*Comparaison non paramétrique des caractéristiques des exploitations rizicoles entre les groupes typologiques*

Les résultats issus du tableau 2. Ci-dessous révèlent des différences statistiquement significatives entre les groupes d'exploitations identifiés par la classification ascendante hiérarchique (à partir du test de Kruskal-Wallis). Ces différences traduisent une réelle hétérogénéité structurelle et fonctionnelle au sein des producteurs de la zone étudiée. Pour le rendement rizicole, ( $p = 0,013$ ) indique une variation marquée entre les groupes. Cette différence est attribuée à des disparités dans les pratiques culturales, le niveau de maîtrise technique, l'intensité de l'utilisation des intrants, ou encore le degré de mécanisation. Certains groupes semblent plus performants techniquement, probablement en raison de leur accès à des ressources de production plus modernes ou d'un encadrement plus efficace. Concernant le revenu brut issu de la riziculture, montre la même valeur  $p = 0,013$  témoigne d'un écart économique important entre les groupes. Les exploitations les mieux dotées en superficie et en rendement génèrent des revenus significativement

plus élevés, ce qui confirme que la performance économique suit généralement la performance technique et la taille de l'exploitation. Cette différenciation renforce l'hypothèse selon laquelle les types de producteurs identifiés n'occupent pas les mêmes positions dans la chaîne de valeur rizicole locale. La superficie emblavée constitue également un critère fortement discriminant entre les groupes ( $p = 0,013$ ), illustrant des niveaux contrastés d'accès au foncier. Les exploitations de plus grande taille sont généralement mieux positionnées pour adopter des techniques modernes, mobiliser davantage de main-d'œuvre et investir dans des pratiques intensives, ce qui leur confère un avantage comparatif certain sur le plan productif et économique. Dans l'ensemble, ces résultats mettent en évidence une structuration nette de l'agriculture rizicole dans la zone de Bunkeya. Chaque groupe identifié par la typologie présente des caractéristiques distinctes en matière de capacité foncière, de performance agronomique et de rentabilité économique. Cette différenciation statistiquement significative justifie pleinement l'approche typologique adoptée.

**Tableau 2.** Comparaison non paramétrique des caractéristiques des exploitations

| Variables               | Groupe 1   | Groupe 2    | Groupe 3       |
|-------------------------|------------|-------------|----------------|
| Superficie moyenne (ha) | 1.43       | 3.50        | 4.84           |
| Rendement moyen (kg/ha) | 667        | 1466        | 2234           |
| Revenu moyen (CDF)      | 1372501    | 3759692     | 5916157        |
| Système de production   | 1.26       | 1.37        | 1.39           |
| Technique agricole      | 2 (manuel) | 1.5 (mixte) | 1.3 (mécanisé) |

Signification : « \*\*\* » 0.001 « \*\* » 0.01 « \* » 0.05.

Analyse de la variance des rendements et revenus rizicoles selon les profils d'exploitations les résultats issus de l'analyse de la variance (ANOVA) confirment la validité statistique des classes identifiées par la CAH. La valeur F observée pour le rendement est de 44,54, tandis que celle associée au revenu rizicole atteint 52,08. Ces valeurs F élevées montrent que la variabilité intergroupe est largement supérieure à la variabilité intra-groupe, ce qui signifie que l'appartenance à un groupe typologique constitue un facteur explicatif majeur des performances agronomiques (rendement) et économiques (revenu). De plus, les p-values associées à ces tests (respectivement 0,00005 pour le rendement et 0,00002 pour le revenu) sont très inférieures au seuil conventionnel de 0,001. Cela indique que la probabilité d'obtenir de telles différences par simple hasard est quasi nulle. En d'autres termes, les différences observées entre groupes sont hautement significatives sur le plan statistique. Ces résultats ne traduisent pas seulement une séparation statistique, mais également une différenciation réelle et structurelle entre les exploitations rizicoles de Bunkeya. Les groupes identifiés se distinguent par leur degré de maîtrise technique, leur niveau d'équipement, leurs pratiques culturelles et leur capacité à valoriser économiquement la production. Ainsi, les exploitations appartenant aux groupes les plus

performants obtiennent non seulement des rendements nettement supérieurs, mais aussi une rentabilité accrue, reflétant une meilleure intégration dans les circuits de production et de commercialisation du riz.

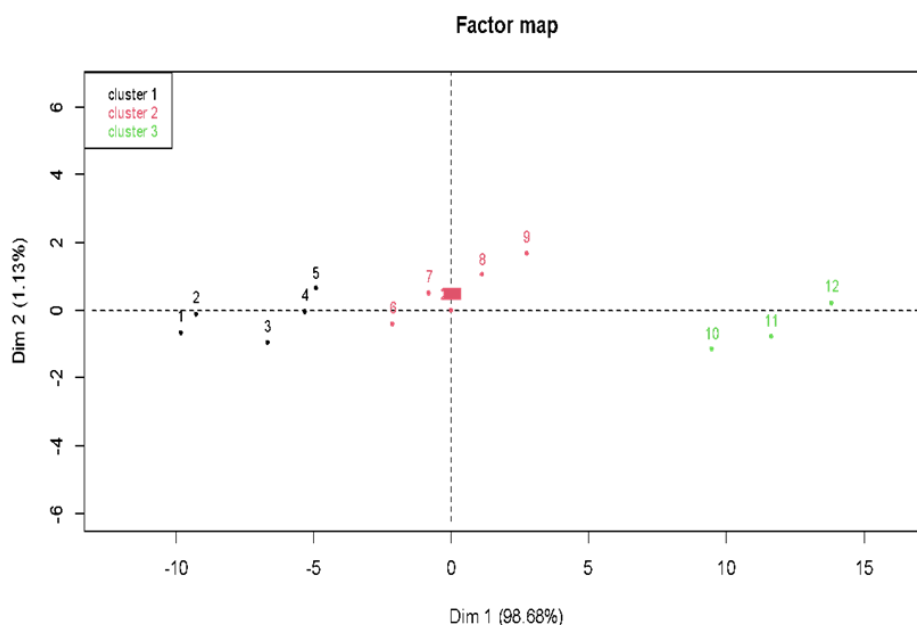
**Tableau 3.** Analyse de la variance des rendements et revenu

| Variable          | Source de variation | Df (ddl) | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F-value | p-value     | Signification     |
|-------------------|---------------------|----------|------------------|--------------------|---------|-------------|-------------------|
| Rendement (kg/ha) | Gpes de producteurs | 1        | 4 280            | 4 280              | 44,54   | 0,00005**** | Très significatif |
|                   | Résidus             | 10       | 9 610            | 961                |         |             |                   |
|                   | Total               | 11       | 13 890           |                    |         |             |                   |
| Revenu (CDF)      | Gpes de producteurs | 1        | 36 360 000       | 36 360 000         | 52,08   | 0,00002**** | Très significatif |
|                   | Résidus             | 10       | 69 800 000       | 6 980 000          |         |             |                   |
|                   | Total               | 11       | 106 160 000      |                    |         |             |                   |

Signification. Codes : « \*\*\* » 0.001 « \*\* » 0.01 « \* » 0.05.

### Évaluation des principaux déterminants de la différenciation entre types d'exploitations

*Structuration des types d'exploitations rizicoles par l'analyse factorielle : différenciation selon les caractéristiques socio – techniques et économiques*



**Fig. 3:** Structuration des types d'exploitations rizicoles par l'analyse factorielle

Le graphique ci-dessus illustre la projection factorielle des exploitations rizicoles obtenue à partir de l'analyse en composantes principales (ACP), suivie d'une classification ascendante hiérarchique (CAH). Cette approche a permis de réduire la dimensionnalité des données issues des

240 ménages enquêtés et de les représenter dans un espace simplifié, afin de visualiser la structuration des types d'exploitations selon leurs caractéristiques sociotechniques et économiques. Trois groupes distincts apparaissent clairement, matérialisant une différenciation nette : Le premier groupe, localisé à l'extrême gauche de l'axe 1, correspond aux petites exploitations rizicoles, marquées par une faible intensité productive : faibles superficies, techniques manuelles, rendements bas, accès limité aux intrants modernes et insécurité foncière (location ou usufruit coutumier). Ces exploitations reflètent une logique de subsistance. Le deuxième groupe, situé au centre du graphique, regroupe des exploitations intermédiaires. Elles combinent des pratiques agricoles mixtes (manuel et semi-mécanisé), exploitent des superficies moyennes, et disposent d'un accès partiel au crédit et aux intrants. Elles représentent une phase de transition entre systèmes traditionnels et systèmes plus intensifiés. Le troisième groupe, situé à droite de l'axe 1, regroupe les grandes exploitations rizicoles. Celles-ci se distinguent par des superficies étendues, une forte intensification (mécanisation, intrants modernes), des rendements élevés et un statut foncier plus sécurisé. Elles reflètent une logique entrepreneuriale et une forte insertion dans les circuits marchands. L'axe 1, qui résume à lui seul 98,68 % de la variance totale, représente le gradient d'intensification socio-économique et technique des exploitations. L'axe 2, qui n'explique que 1,13 %, joue un rôle secondaire dans la différenciation.

#### *Analyse des déterminants de la différenciation typologique des exploitations rizicoles à Bunkeya*

Le modèle de régression logistique multinomiale, prenant le groupe 1 comme modalité de référence, met en évidence des différences entre les profils typologiques des exploitations rizicoles à Bunkeya comme le montre le tableau 4. Ci-dessous. La comparaison des groupes 2 et 3 par rapport au groupe 1 révèle que seules les caractéristiques du groupe 3 sont statistiquement significatives sur l'ensemble des variables explicatives testées, avec des valeurs p inférieures à 0,0001. Cela indique que les exploitants appartenant au groupe 3 se différencient significativement de ceux du groupe 1. Plus précisément, les producteurs du groupe 3 présentent un niveau d'instruction plus élevé, une plus grande ancienneté dans la riziculture, un accès plus restreint au crédit formel et adoptent des techniques agricoles moins mécanisées. De plus, ils se distinguent par des systèmes de production spécifiques (plateau ou bas-fond irrigué) et des pratiques culturelles différentes, telles que l'assolement ou la rotation. Ces éléments reflètent une structuration plus avancée, mais aussi plus différenciée, de ce groupe en matière de capital humain, technique et organisationnel. En revanche, les différences entre les groupes 2 et 1 ne sont pas statistiquement significatives, ce qui traduit une certaine homogénéité entre ces deux profils. Le statut

foncier, le niveau d'étude, l'expérience, les techniques agricoles et les pratiques culturales ne montrent pas de variation notable entre ces deux groupes. L'ensemble des résultats suggère que la diversité structurelle des exploitations rizicoles à Bunkeya s'exprime principalement par les écarts observés avec le groupe 3. Celui-ci représente un profil atypique qui, bien qu'ayant une meilleure formation et une plus grande expérience, se heurte à des contraintes spécifiques telles que l'accès limité au financement et l'adoption partielle des innovations techniques. Ces éléments justifient une prise en charge différenciée des exploitations selon leur profil, notamment pour soutenir les dynamiques de modernisation adaptées aux conditions locales.

**Tableau 4.** Déterminants de la différenciation typologique des exploitations rizicoles à Bunkeya

| Variables explicative | Coef. G2 | p-value | Interprétation G2 vs G1        | Coef. G3 | p-value | Interprétation G3 vs G2                 |
|-----------------------|----------|---------|--------------------------------|----------|---------|-----------------------------------------|
| Intercept             | 136.47   | 0.8010  | Non significatif               | -136.33  | <0.0001 | TS – différence structurelle            |
| Statut foncier        | -479.50  | 0.9475  | NS – peu de différence         | -422.13  | <0.0001 | TS – stat foncier fortement différencié |
| Niveau d'étude        | -55.54   | 0.9888  | NS – effets négligeables       | 253.41   | <0.0001 | TS – plus instruits                     |
| Ancienneté            | 50.05    | 0.9254  | NS – pas de différence notable | 145.94   | <0.0001 | TS – plus expérimentés                  |
| Accès au crédit       | 342.48   | 0.9254  | NS – accès comparable          | -347.90  | <0.0001 | TS – moins d'accès au crédit            |
| Technique agricole    | -517.32  | 0.6329  | NS – technique similaire       | -330.62  | <0.0001 | TS – technique différente (moins méc.)  |
| Système de production | 270.33   | 0.9706  | NS – pas de différenciation    | -8.43    | <0.0001 | TS – système spécifique                 |
| Système cultural      | 45.24    | 0.9913  | NS – pas de différence         | -59.33   | <0.0001 | TS – pratiques culturales distinctes    |

NS : non significatif ( $p > 0.05$ ) ; TS : très significatif ( $p < 0.05$ )

## Discussion des résultats

L'approche méthodologique adoptée à Bunkeya, fondée sur la combinaison de l'analyse en composantes principales (ACP) et de la classification ascendante hiérarchique (CAH), s'inscrit dans une logique comparative déjà éprouvée dans divers contextes agroécologiques. L'objectif était de caractériser la diversité des systèmes rizicoles locaux et d'identifier les facteurs structurants à l'origine de cette hétérogénéité. Les résultats de l'ACP indiquent que les variables liées à l'ancienneté rizicole, à la superficie cultivée, à l'accès aux intrants et aux revenus agricoles contribuent fortement à l'axe principal (PC1), ce qui renforce leur pouvoir discriminant. Cette structuration est en cohérence avec les observations de Diagne et al. (2013) dans la zone de l'Office du Niger, où ces mêmes variables expliquaient les différences entre exploitations. De manière analogue, les travaux de Tittonell et al. (2013) au nord du Vietnam soulignent l'importance des pratiques

culturelles, de l'intensité d'intrants et de l'insertion dans les chaînes de valeur trois dimensions également observées comme discriminantes à Bunkeya. La concordance avec d'autres contextes géographiques se confirme dans les résultats de White et al. (2010) en Australie, où les performances économiques et l'intensité technique segmentaient les exploitations rizicoles de la Riverina. À Bunkeya, ces dimensions sont également structurantes du premier axe d'analyse. De même, Silva et al. (2015), au Brésil, ont mis en évidence le rôle du revenu agricole et de la taille de l'exploitation dans la capacité d'investissement, deux facteurs qui, à Bunkeya, opposent de manière nette les agricultures de subsistance aux systèmes plus capitalisés.

Concernant la CAH, l'identification de groupes homogènes d'exploitations repose sur une logique typologique reconnue. Les travaux de Faye et al. (2014) au Sénégal ont abouti à une typologie tripartite opposant producteurs à faibles intrants à des producteurs plus intensifs et intégrés. Cette structuration est très proche de celle observée à Bunkeya, suggérant une robustesse du modèle. Barrett et al. (2002) ont montré que les riziculteurs du Tamil Nadu pouvaient être différenciés selon leur insertion dans le marché, l'utilisation de semences améliorées et leur niveau d'intensification critères dont deux sont pleinement présents dans la typologie obtenue à Bunkeya. D'autres convergences sont observées avec les typologies identifiées par Pannell et al. (2010) en Australie et Moura et al. (2019) au Brésil, où les dimensions techniques (mécanisation, irrigation, rendement) structuraient également les groupes d'exploitations.

À Bunkeya, ces critères ont permis d'identifier un groupe performant, confirmant la transférabilité de ces dimensions dans l'analyse typologique. Sur le plan des facteurs explicatifs de la différenciation typologique, la régression logistique multinomiale a permis de dégager quatre variables significatives : le niveau d'étude du chef d'exploitation, l'ancienneté dans la riziculture, le système cultural et l'accès au crédit. Ces résultats convergent avec ceux de Wopereis et al. (2013) au Burkina Faso, qui identifient ces mêmes facteurs comme déterminants dans l'adoption de technologies améliorées. De même, Pandey et al. (2010), dans les plaines rizicoles du Bangladesh, ont mis en évidence l'effet structurant de l'éducation et du crédit, deux variables également significatives dans notre étude.

Enfin, les observations de Farre et al. (2007) en Australie et de Gomes et al. (2021) au Brésil soulignent que l'accès au financement, à la formation, ainsi que le statut foncier, influencent fortement les performances agricoles. Ces éléments trouvent un écho direct à Bunkeya, où le crédit, bien que limité, joue un rôle différenciateur, notamment pour le groupe le plus performant, tandis que le niveau d'instruction et la sécurisation foncière apparaissent comme des leviers structurels majeurs de la modernisation agricole. Dans l'ensemble, la convergence des résultats obtenus à Bunkeya avec ceux

documentés dans d'autres régions rizicoles du monde atteste de la validité externe de l'approche méthodologique, et renforce la pertinence des variables retenues pour comprendre la diversité des trajectoires agricoles dans les contextes africains ruraux.

## Conclusion

L'analyse conjointe en composantes principales (ACP) et classification ascendante hiérarchique (CAH) appliquée aux exploitations rizicoles de Bunkeya a permis de révéler une structuration claire de la diversité des systèmes de production. Cette approche a identifié des groupes différenciés d'exploitations selon des critères techniques, économiques et sociaux, confirmant l'existence de dynamiques agricoles contrastées au sein de la zone étudiée. Le résultat est renforcé par leur forte convergence avec les travaux menés dans d'autres régions rizicoles du monde, notamment en Afrique de l'Ouest, en Asie, en Australie et en Amérique latine. Les facteurs discriminants observés à Bunkeya niveau d'éducation, ancienneté rizicole, système cultural, accès au crédit, taille et revenu des exploitations apparaissent ainsi comme des déterminants récurrents dans la structuration des agricultures familiales en contexte rizicole. Ces résultats soulignent la pertinence d'une approche typologique pour éclairer la diversité des exploitants et orienter les politiques publiques agricoles. Mieux cibler les interventions notamment en matière d'accès au crédit, à la formation technique et à la sécurisation foncière apparaît essentiel pour accompagner la transition vers des systèmes plus performants, inclusifs et durables. À terme, cette connaissance fine des profils productifs constitue un levier stratégique pour le développement territorial et l'amélioration des conditions de vie des producteurs ruraux.

**Conflit d'intérêts :** Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

**Disponibilité des données :** Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

**Déclaration de financement :** Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

## References:

1. Barrett Christopher., Reardon Thomas., Webb Peter. (2002). Nonfarm income diversification and household livelihood strategies in rural Africa: concepts, dynamics, and policy implications. *Food Policy*, 26(4), 315–331
2. Bolakonga Antoine Bily Ilye., Jules Nkulu Mwine Fyama., Mushakulwa Waziri and Gregor Jaecke (2017). filieres agricoles en

- republique democratique du congo : maïs, riz, bananes plantains et pêche, *Fondation Konrad Adenauer Kinshasa*, Octobre 2017
3. Chan – Eun Park., Yun – Sook Kim., Kee – Jai Park., and Bum – Keun Kim. (2011). Changes in physicochemical characteristics of rice during storage at different temperatures. *J. Stored Prod. Res.*, vol. 48, pp. 25–29, Jan. 2012, doi: 10.1016/j.jspr.2011.08.005
  4. Coulibaly Aïssatou, Kouakoua Yapi Elisée, Amani N’Guessan Georges. (2021). Caractéristiques Physico-Chimiques et Organoleptiques de Certaines Variétés de Riz Local Cultivées en Côte d’Ivoire. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT) ISSN: 2509-0119*. Vol. 29 No. 1 October 2021, pp.668-674
  5. Diagne Aliou., Adekambi Souleimane Adeyemi., Simtowe Franklin., Biao Gauthier. (2013). Explaining the Adoption of Nerica Rice Varieties in West Africa. *Journal of Agricultural Economics*, 64(1), 17–39.
  6. Dugué Pierre., Giger Michel., Landais Eric. (2004). Méthodes de diagnostic agricole : construction de typologies d’exploitations agricoles. *Cahiers Agricultures*, 13(1), 1–9
  7. Farre Ignacio., Facchi, Andrea., O’Connell Michael., Park Gwynn. (2007). Benchmarking water productivity in rice-based cropping systems in Australia. *Agricultural Water Management*, 93(3), 282–292.
  8. Faye Idrissa., Seck Papa Abdoulaye., Diagne Aliou. (2014). Varietal diffusion and productivity of rice in Senegal. *Food Policy*, 44, 181–192.
  9. Gomes Elian., Alves Edson., Castro Ademir. (2021). Production systems and yield gaps in Brazilian rice farming: a typology based on socioeconomic and technical variables. *Agronomy*, 11(2), 289.
  10. Ibrahima Mbodj, Mouhameth Camara., Omar Ndaw Faye., Fallou Sarr., Gloria Keny. (2019). Caractérisation physico-chimique de quinze (15) variétés de riz (*Oryza sativa* L.) produites dans la vallée du fleuve Sénégal. *Afrique SCIENCE* 15(3) (2019) 222 - 233 ISSN 1813-548X, <http://www.afriquescience.net>.
  11. Jules Nkulu Mwine Fyama. (2010). Dynamique agricole des exploitations agricoles familiales dans l’hinterland minier du Katanga et perspectives pour une politique d’appui. *Thèse de doctorat en sciences agronomiques*, Inédite, Université de Lubumbashi (RD Congo)
  12. Kasongo Emery Mukonzo. (2009). Système d’évaluation des terres à multiples échelles pour la détermination de l’impact de la gestion

- agricole sur la sécurité alimentaire au Katanga, R.D. Congo, *Thèse de doctorat en science*, Université de GANT (Belgique).
13. Kperim Tabone., Koffi – Tessio., and Diagne Aliou. (2010). Compétitivité de la filière riz local au Togo : Une évaluation du taux de protection nominale, effective et du coût en ressource domestique. *African Association of Agricultural Economists (AAAE)*, 19-23, 2010,
  14. Landais Eric. (1998). Modelling farm diversity: new approaches to typology building in France. *Agricultural Systems*, 58(4), 505–527.
  15. Philippe Lebailly., Sossou Comlan. (2004). Typologie des exploitations agricoles en Afrique centrale : méthodes et applications. *Cahiers Agricultures*, 13(1), 1–9.
  16. Louis André., Christian mestres., Jacques Faure (1991). Measurement of endosperm vitreousness of corn: a quantitative method and its application to African cultivars. *Cereal Chemistry*, 68 (6) 614 – 617
  17. Lucien Nkulu Masengo., Tshomba Kalumbu John., Jules Nkulu Mwine Fyama and Moïse Kalambaie Bimn. (2025). Circuits d’approvisionnement et facteurs compétitifs : Une évaluation économique des variétés de riz dans les marchés de l’arc cuprifère du Katanga. *International Journal of Multidisciplinary and Current Research Research ISSN: 2321-3124*. Vol.13 (Jan/Feb 2025).
  18. Demont Matty., Ndour Maimouna, and Esperance. Zossou. (2013). Can local African rice be competitive? An analysis of quality-based competitiveness through experimental auctions, *Cahier Agriculture*, vol. 22, no. 5, pp. 345–352, Sep. 2013, doi: 10.1684/agr.2013.0664
  19. Michel Baudouin, Lebailly Philippe, Mpanzu Balomba Patience, Jules Nkulu Mwine Fyama, Bonkena Papy, Furaha Mirindi Germaine, Akalakou Claude, Bolakonga Ilye, Bily. (2019). Etude de l’analyse de la compétitivité du riz local et des options de son amélioration. *Open Repository and Bibliography – Liege. AGRER – EARTH*
  20. Moura Ana Carolina., Fialho Fabio., Pereira Joao Guilherme. (2019). Typology of irrigated rice producers in Southern Brazil. *Revista de Economia Sociologia Rural*, 57(1), 11–28.
  21. Pandey Sushil., Byerlee Derek., Dawe David., Dobermann Achim., Mohanty Samarendu., Rozelle Scott., Hardy Bill. (2010). Rice in the Global Economy: Strategic Research and Policy Issues for Food Security. *International Rice Research Institute*.
  22. Pannell, D. J., Llewellyn, R. S., & Corbeels, M. (2010). *The farm-level economics of conservation agriculture for resource-poor farmers*. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 187(1), 52–64.
  23. Silva, J. F., de Souza Filho, H. M., & do Amaral, D. M. (2015). *Sistema de produção e desempenho econômico de unidades de produção de*

- arroz irrigado no Sul do Brasil*. Revista de Economia e Sociologia Rural, 53(2), 283–298.
24. Thangavelu Subiksha Rathna Priya., Anthony Richard Leo Eliazer., Kandasamy. Ravichandran, and Uthayasankar Antony. (2019). Nutritional and functional properties of coloured rice varieties of South India: a review. *J. Ethn. Foods*, vol. 6, no. 1, pp. 1–11, Oct. 2019, doi: 10.1186/s42779-019-0017-3.
25. Tittonnell Pablo., Muriuki Alex., Shepherd Keith., Mugendi Dominic., Kaizzi Christopher., Okeyo Jeremiah., Verchot Louis., Coe Robert., Vanlauwe Bernard. (2010). The diversity of rural livelihoods and their influence on soil fertility in agricultural systems of East Africa – A typology of smallholder farms. *Agricultural Systems*, 103(2), 83–97.
26. Tittonnell Pablo., Giller Kenneth. (2013). When yield gaps are poverty traps: The paradigm of ecological intensification in smallholder agriculture. *Field Crops Research*, 143, 76–90.
27. Tshomba Kalumbu John, Jean Helène Kitsali., Jules Nkulu Mwine Fyama Moïse Kalambaie Bin Mukanya. (2022). Analyse des facteurs de compétitivité dans la production du maïs entre la RDC et la Zambie en Afrique australe. *International Journal of Multidisciplinary and Current Research*, 10(03).
28. Tshomba Kalumbu John, Nkulu Mwiné Fyama Jule et Kalambaie Binm Mukanya Madiya Moïse. (2020). Analyse de la dépendance alimentaire aux importations des ménages dans trois communes de la ville de Lubumbashi, RDC. *International Journal of Multidisciplinary and Current Research* ISSN : 2321-3124.
29. Joe Ward (1963). Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American Statistical Association*, 58(301), 236–244.
30. Whitbread Anthony., Robertson Michael., Carberry Peter., Dimes John. (2010). How farming systems simulation can aid the development of more sustainable smallholder farming systems in southern Africa. *European Journal of Agronomy*, 32(1), 51–58.
31. Wopereis Marco., Johnson David., Ahmadi Nourollah., Tollens Eric., Jalloh Abdulai. (2013). Realizing Africa's Rice Promise Wallingford: *CAB International*.
32. Zhimin Wang., Mingwei Zhang., Guang Liu., Yuanyuan Deng., Yan Zhang., Xiaojun Tang., Ping Li., Zhencheng Wei. (2021). Effect of the degree of milling on the physicochemical properties, pasting properties and in vitro digestibility of Simiao rice. *Grain Oil Sci. Technol.*, vol. 4, no. 2, pp. 45–53, Jun. 2021, doi: 10.1016/j.gaost.2021.04.002.