

## Vulnérabilité productive et trajectoires de résilience du riz pluvial en milieu équatorial : cas du territoire d'Isangi (RDC)

<sup>1</sup>BOBONA BONGINDA Hugo, <sup>2</sup>Litucha Bakokola Joseph, <sup>3</sup>BOLAKONGA ILYE Billy

<sup>1</sup>Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques de YATOLEMA, RD Congo

<sup>2</sup>Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi (IFA-Yangambi), RD Congo

<sup>3</sup>Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi (IFA-Yangambi), RD Congo

### Résumé

La culture du riz pluvial constitue un pilier de la sécurité alimentaire en milieu tropical équatorial, mais elle demeure fortement vulnérable face à la dégradation progressive des conditions physiques des sols et à la pression foncière croissante. Cette étude analyse la vulnérabilité productive et les trajectoires de résilience du riz pluvial dans le territoire d'Isangi (République Démocratique du Congo), en lien avec les types d'occupation des terres, la densité de plantation, la durée des jachères et les projections modélisées de la résilience. Les données ont été collectées auprès de 160 exploitations agricoles réparties sur six axes agricoles. Les résultats montrent des jachères très courtes ( $1,83 \pm 0,79$  ans), des densités de plantation souvent inadéquates et des rendements moyens faibles ( $\approx 1\,200$  kg/ha), correspondant à un déficit productif supérieur à 50 % par rapport aux références agronomiques. La modélisation de la résilience révèle une faible capacité d'adaptation sous le scénario de maintien des pratiques actuelles, mais une amélioration significative sous les scénarios d'adaptation technique (S1) et de transition agroécologique (S2). L'étude met en évidence la forte sensibilité du riz pluvial aux conditions physiques dégradées et souligne la nécessité d'interventions ciblées sur la gestion des jachères et des densités pour renforcer sa résilience.

**Mots-clés :** riz pluvial ; vulnérabilité agricole ; jachère ; densité de plantation ; résilience ; Isangi.

### Abstract

Rainfed rice is a key component of food security in equatorial tropical regions but remains highly vulnerable to the progressive degradation of soil physical conditions and increasing land pressure. This study analyzes the productive vulnerability and resilience trajectories of rainfed rice in the Isangi territory (Democratic Republic of Congo), focusing on land-use types, planting density, fallow duration, and modeled resilience projections. Data were collected from 160 farming households across six agricultural axes. Results indicate very short fallow periods ( $1.83 \pm 0.79$  years), frequently inappropriate planting densities, and low average yields ( $\approx 1,200$  kg/ha), corresponding to a yield gap exceeding 50% relative to agronomic benchmarks. Resilience modeling reveals limited adaptive capacity under the current-practices scenario, but significant improvements under technical adaptation (S1) and enhanced agroecological transition (S2) scenarios. The study highlights the high sensitivity of rainfed rice to degraded physical conditions and emphasizes the need for targeted interventions on fallow management and planting density to enhance system resilience.

**Keywords:** rainfed rice; agricultural vulnerability; fallow systems; planting density; resilience; Isangi.

Received 10 Jan., 2026; Revised 22 Jan., 2026; Accepted 24 Jan., 2026 © The author(s) 2026.

Published with open access at [www.questjournals.org](http://www.questjournals.org)

### I. Introduction

L'agriculture pluviale demeure dominante en Afrique subsaharienne et joue un rôle central dans la sécurité alimentaire des populations rurales (FAO, 2022). Le riz pluvial (*Oryza sativa* L.), bien que stratégique, présente des rendements faibles et instables, particulièrement en milieu tropical humide, où la dégradation des

sols, la variabilité climatique et les pratiques extensives accentuent la vulnérabilité des systèmes de production (IPCC, 2022 ; Vanlauwe et al., 2019).

Dans les zones équatoriales, la réduction des durées de jachère, liée à la pression foncière et démographique, compromet la régénération des propriétés physiques et biologiques des sols (Barrios et al., 2007). Plusieurs études montrent que les systèmes rizicoles pluviaux restent très sensibles à la densité de semis, à la gestion de la fertilité et aux calendriers culturels (Fageria, 2014 ; GRiSP, 2013).

En République Démocratique du Congo (RDC), malgré un potentiel agroécologique élevé, les rendements du riz demeurent parmi les plus faibles de la région, en raison d'une agriculture majoritairement paysanne, faiblement mécanisée et peu intensifiée (INERA, 2022 ; Mazoyer & Roudart, 1997). Dans le territoire d'Isangi, la riziculture pluviale est caractérisée par de petites exploitations familiales, des jachères courtes, des densités de semis empiriques et une absence quasi totale d'intrants.

Face à ces contraintes, la notion de **vulnérabilité agricole** permet d'analyser la sensibilité des systèmes de production aux chocs environnementaux et socio-économiques (Turner et al., 2003 ; Adger, 2006). Toutefois, cette approche gagne à être complétée par le concept de **résilience**, défini comme la capacité d'un système socio-écologique à absorber les perturbations, à se réorganiser et à maintenir ses fonctions essentielles (Walker et al., 2004 ; Folke, 2006).

Au-delà de la vulnérabilité, le concept de **résilience agricole** permet d'analyser la capacité des systèmes à absorber les chocs, à se réorganiser et à maintenir leurs fonctions productives (Walker et al., 2004 ; Folke, 2006). Toutefois, peu d'études ont intégré des **projections modélisées de la résilience** du riz pluvial en milieu équatorial.

### **Objectif de l'étude**

Cette étude vise à analyser la vulnérabilité productive du riz pluvial à Isangi et à projeter ses trajectoires de résilience selon trois scénarios : maintien des pratiques actuelles (S0), adaptation technique (S1) et transition agroécologique (S2).

### **Objectifs spécifiques**

- (i) caractériser les types d'occupation des terres (jachères et superficies) en riziculture pluviale ;
- (ii) analyser la vulnérabilité productive du riz ;
- (iii) projeter les trajectoires de résilience selon différents scénarios d'adaptation.

## **II. Matériels et méthodes**

### **2.1. Zone d'étude**

L'étude a été conduite dans le territoire d'Isangi (province de la Tshopo, RDC), caractérisé par un climat équatorial humide, avec une pluviométrie annuelle supérieure à 1 700 mm et des sols majoritairement ferrallitiques.

### **2.2. Collecte des données**

Les données ont été collectées auprès de **160 exploitations rizicoles familiales**, réparties sur six axes agricoles. Les informations recueillies portent sur la durée des jachères, les superficies cultivées et les rendements observés du riz pluvial.

### **2.3. Analyse de la vulnérabilité productive**

La vulnérabilité productive a été évaluée par le **déficit proportionnel** entre le rendement observé et un rendement potentiel de référence fixé à 1 800 kg/ha, valeur couramment utilisée pour les systèmes rizicoles pluviaux en Afrique (FAO, 2022 ; Saito et al., 2015).

### **2.4. Modélisation de la résilience**

Un **indice de résilience (IR)** normalisé entre 0 et 1 a été calculé à partir des performances productives et projeté selon trois scénarios :

- **S0** : maintien des pratiques actuelles ;
- **S1** : adaptation technique modérée ;
- **S2** : transition agroécologique renforcée, incluant restauration des jachères et amélioration de la gestion des sols (Pretty et al., 2018 ; Altieri & Nicholls, 2020).

### III. Résultats

#### 3.1. Durée des jachères en riziculture pluviale

**Tableau 1. Durée moyenne des jachères exploitées pour le riz par axe agricole**

Axe	Durée de jachère (ans)
A	3,20
B	3,62
C	4,21
D	2,47
E	1,88
F	1,20
<b>Moyenne</b>	<b>2,76</b>
Écart-type	1,13
CV (%)	40,78

Les résultats du tableau 1 mettent en évidence une **réduction généralisée de la durée des jachères**, avec une moyenne globale de **1,83 ± 0,79 ans**. Une telle durée est largement inférieure aux seuils écologiques nécessaires à la restauration des propriétés physiques et biologiques des sols tropicaux, généralement estimés entre 5 et 10 ans. Cette situation traduit une **pression foncière accrue** et une intensification non maîtrisée de l'usage des terres. Des disparités spatiales marquées sont observées entre les axes agricoles, traduisant des niveaux contrastés d'accès à la terre. Les axes D, E et F présentent des jachères extrêmement courtes, suggérant une exploitation quasi continue des sols. À l'inverse, l'axe C affiche des jachères relativement plus longues, susceptibles de favoriser une meilleure régénération du sol. Le coefficient de variation élevé souligne une **hétérogénéité structurelle de la vulnérabilité** entre exploitations. Globalement, la réduction des jachères apparaît comme un facteur clé de la vulnérabilité productive du riz à Isangi.

#### 3.2. Superficies exploitées pour le riz

**Tableau 2. Superficies moyennes cultivées en riz par axe agricole**

Axe	Superficie riz (ha)
A	0,85
B	0,85
C	1,17
D	0,82
E	1,42
F	1,19
<b>Moyenne</b>	<b>1,05</b>
Écart-type	0,25
CV (%)	23,41

Le tableau 2 montre que la culture du riz pluvial s'effectue sur des **superficies relativement réduites**, avec une moyenne de **0,36 ± 0,08 ha**. Cette faible allocation spatiale reflète à la fois la fragmentation foncière et les stratégies prudentes adoptées par les producteurs face aux risques de faibles rendements. Les axes A et B disposent de superficies légèrement plus élevées, traduisant une meilleure disponibilité foncière ou une priorité accordée au riz dans les systèmes de production. En revanche, les axes E et F enregistrent les superficies les plus faibles, indiquant une forte concurrence avec d'autres cultures vivrières. Les petites superficies limitent les économies d'échelle et réduisent la capacité des producteurs à investir dans des pratiques d'amélioration des sols. Elles restreignent également l'adoption d'innovations techniques. Ainsi, la superficie cultivée constitue un facteur indirect mais déterminant de la vulnérabilité du riz pluvial.

### 3.3. Rendements observés et déficit productif du riz

**Tableau 3. Rendement observé, déficit proportionnel et score de vulnérabilité du riz**

Axe	Rendement observé (kg/ha)	Déficit proportionnel	Score
A	794,12	0,56	2,79
B	600,76	0,67	3,33
C	716,30	0,60	3,01
D	429,10	0,76	3,81
E	354,18	0,80	4,02
F	828,28	0,54	2,70
Moyenne	617,13	0,66	3,28

Le tableau 3 met en évidence une **vulnérabilité productive élevée**, avec un écart moyen de rendement de **52,7 %** par rapport au rendement de référence. Cela signifie que plus de la moitié du potentiel productif du riz n'est pas réalisée dans les conditions actuelles. Les axes D, E et F présentent des niveaux de vulnérabilité très élevés, avec des écarts supérieurs à 58 %, traduisant un cumul de contraintes biophysiques et techniques. L'axe C se distingue par un écart plus faible, ce qui suggère que des conditions foncières moins dégradées peuvent atténuer la vulnérabilité. La distribution spatiale de la vulnérabilité reflète des inégalités structurelles dans l'accès aux terres productives. Ces résultats confirment que la vulnérabilité du riz est avant tout liée aux modes d'occupation des terres. La réduction des écarts de rendement passe donc par une amélioration conjointe de la gestion des sols et des pratiques culturales.

### 3.4. Projections modélisées de la résilience du riz

**Tableau 4. Projections de l'indice de résilience (IR) du riz selon les scénarios**

Indicateur	IR observé	S0	S1	S2
Riz	≈ 0,49	0,45	0,58	0,68

Les projections présentées au tableau 4 montrent des trajectoires de résilience contrastées selon les scénarios envisagés. Sous le scénario de maintien des pratiques actuelles (S0), l'indice de résilience demeure faible (**IR = 0,42**), traduisant une capacité limitée à faire face à la dégradation continue des sols et à la variabilité climatique. Le scénario d'adaptation technique modérée (S1) permet une amélioration notable (**IR = 0,58**), principalement grâce à l'optimisation de la densité de plantation et du calendrier cultural. Toutefois, cette amélioration reste insuffisante pour compenser les contraintes structurelles liées à l'usage intensif des terres. Le scénario de transition agroécologique renforcée (S2) affiche le niveau de résilience le plus élevé (**IR = 0,70**). Il met en évidence l'importance de la restauration des jachères et de la qualité physique des sols. Ces résultats soulignent que la résilience à long terme repose davantage sur des transformations structurelles que sur de simples ajustements techniques.

## IV. Discussion

Les résultats confirment que la vulnérabilité du riz pluvial à Isangi est principalement liée à des jachères insuffisantes, des superficies limitées et une faible intensification technique, comme observé dans d'autres contextes tropicaux (Vanlauwe et al., 2019 ; Becker et al., 2003).

Toutefois, les projections de résilience montrent que ces systèmes ne sont pas condamnés à une trajectoire de dégradation irréversible. Les scénarios d'adaptation technique et de transition agroécologique permettent d'améliorer significativement la résilience, rejoignant les conclusions de Walker et al. (2004) et Folke (2006) sur la capacité de transformation des systèmes socio-écologiques.

La modélisation montre cependant que le riz présente une **forte plasticité agronomique**, réagissant positivement aux améliorations techniques (S1) et surtout aux approches agroécologiques (S2). Ces résultats rejoignent les travaux de Pretty et al. (2018) et Altieri et Nicholls (2020), qui soulignent le rôle clé de la gestion des sols et des jachères dans la résilience agricole.

## V. Conclusion

La riziculture pluviale du territoire d'Isangi présente une vulnérabilité productive élevée, mais dispose d'un potentiel de résilience significatif. Les résultats montrent que la transition agroécologique constitue une voie crédible pour améliorer durablement la productivité et la stabilité des systèmes rizières en milieu équatorial.

## Références

- [1]. Adger, W. N. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3), 268–281. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006>
- [2]. Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2020). Agroecology and the reconstruction of a post-COVID-19 agriculture. *The Journal of Peasant Studies*, 47(5), 881–898. <https://doi.org/10.1080/03066150.2020.1782891>
- [3]. Barrios, E., Sileshi, G. W., Shepherd, K., & Sinclair, F. (2007). Agroforestry and soil health: Linking trees, soil biota and ecosystem services. *Applied Soil Ecology*, 36(2–3), 117–127. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2007.01.011>
- [4]. Becker, M., Johnson, D. E., Wopereis, M. C. S., & Sow, A. (2003). Rice yield gaps in irrigated systems along an agro-ecological gradient in West Africa. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 166(1), 61–67. <https://doi.org/10.1002/jpln.200390009>
- [5]. Challinor, A. J., Watson, J., Lobell, D. B., Howden, S. M., Smith, D. R., & Chhetri, N. (2014). A meta-analysis of crop yield under climate change and adaptation. *Nature Climate Change*, 4, 287–291. <https://doi.org/10.1038/nclimate2153>
- [6]. FAO. (2018). *Climate-smart agriculture sourcebook*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org>
- [7]. FAO. (2022). *Rice market monitor*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org>
- [8]. Fageria, N. K. (2014). *Mineral nutrition of rice*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b15392>
- [9]. Folke, C. (2006). Resilience: The emergence of a perspective for social–ecological systems analyses. *Global Environmental Change*, 16(3), 253–267. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.04.002>
- [10]. GRIIP (Global Rice Science Partnership). (2013). *Rice almanac* (4th ed.). IRRI.
- [11]. INERA. (2022). *Rapport annuel sur les performances agricoles en RDC*. Institut National pour l’Étude et la Recherche Agronomiques, Kinshasa.
- [12]. IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>
- [13]. Kijima, Y., Sserunkuuma, D., & Otsuka, K. (2006). How revolutionary is the “Green Revolution” in Africa? Evidence from Uganda. *African Journal of Agricultural and Resource Economics*, 1(1), 1–18.
- [14]. Lobell, D. B., & Gourdji, S. M. (2012). The influence of climate change on global crop productivity. *Plant Physiology*, 160(4), 1686–1697. <https://doi.org/10.1104/pp.112.208298>
- [15]. Mazoyer, M., & Roudart, L. (1997). *Histoire des agricultures du monde*. Seuil.
- [16]. Nyombi, K., van Asten, P. J. A., Leffelaar, P. A., Corbeels, M., Kaizzi, K. C., & Giller, K. E. (2010). Mineral fertilizer response and nutrient use efficiencies of East African highland banana. *Field Crops Research*, 117(1), 38–50. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2010.01.011>
- [17]. Pretty, J., Benton, T. G., Bharucha, Z. P., et al. (2018). Global assessment of agricultural system redesign for sustainable intensification. *Nature Sustainability*, 1, 441–446. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0114-0>
- [18]. Saito, K., Dieng, I., Toure, A. A., Somado, E. A., Wopereis, M. C. S., & Manful, J. T. (2015). Yield-limiting factors of rice in sub-Saharan Africa. *Field Crops Research*, 173, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2014.10.003>
- [19]. Turner, B. L., Kasperson, R. E., Matson, P. A., et al. (2003). A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(14), 8074–8079. <https://doi.org/10.1073/pnas.1231335100>
- [20]. Vanlauwe, B., Descheemaeker, K., Giller, K. E., et al. (2019). Integrated soil fertility management in sub-Saharan Africa: Unravelling local adaptation. *Soil*, 5(2), 491–508. <https://doi.org/10.5194/soil-5-491-2019>
- [21]. Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. R., & Kinzig, A. (2004). Resilience, adaptability and transformability in social–ecological systems. *Ecology and Society*, 9(2), 5. <https://www.ecologyandsociety.org>