

**ANALYSE ECONOMIQUE DES SYSTEMES D'IRRIGATION DU RIZ  
RESILIENTS AU CLIMAT DANS LA REGION DE GAO**

**Boubacar Sidik Salihou DICKO<sup>1\*</sup> & Bouréma KONE<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Doctorant en Agroéconomie

<sup>2</sup>Maître de Recherches, IER, Bamako

\*Auteur correspondant : [boubacarsidicksalihoudicko@yahoo.fr](mailto:boubacarsidicksalihoudicko@yahoo.fr)

**Résumé**

La région de Gao, située au nord du Mali, est une zone à fort potentiel rizicole, bien que la production y connaisse une baisse progressive. Cette étude vise à analyser économiquement les systèmes d'irrigation du riz capables de résister aux effets du changement climatique. Menée auprès de 253 exploitants avec une marge d'erreur de 6 %, elle combine des méthodes qualitatives et quantitatives, incluant des entretiens individuels et des focus groupes, avec une attention particulière portée aux dimensions de genre.

Trois systèmes d'irrigation ont été évalués : la maîtrise totale de l'eau, la submersion contrôlée et la submersion libre. En maîtrise totale, seules les variétés améliorées sont utilisées, avec un rendement moyen de 1 780 kg/ha et un revenu net d'exploitation de 421 378 F CFA/ha. En submersion contrôlée, les variétés améliorées atteignent 1 730 kg/ha pour un revenu net de 418 828 F CFA/ha, tandis que les variétés locales plafonnent à 1 359 kg/ha avec un revenu net de 200 071 F CFA/ha. En submersion libre, exclusivement avec des variétés locales, le rendement est de 1 331 kg/ha et le revenu net de 189 655 F CFA/ha.

La comparaison entre le seuil de survie alimentaire et le revenu par actif montre que seule la submersion contrôlée avec variétés améliorées permet aux producteurs de vivre dignement, avec une différence positive de 42 340 F CFA. Par ailleurs, le système en maîtrise totale

présente la plus grande stabilité de production, avec un coefficient de variation de 13 %, grâce à une gestion optimisée de l'eau et des intrants adaptés.

**Mots-clés :** Analyse économique, Système d'irrigation, variétés résilientes, Gao.

### **Abstract**

The Gao region, located in the north of Mali, is an area with high rice potential, although production there is gradually declining. This study aims to economically analyze rice irrigation systems capable of resisting the effects of climate change. Conducted with 253 operators with a 6% margin of error, it combines qualitative and quantitative methods, including individual interviews and focus groups, with particular attention paid to gender dimensions.

Three irrigation systems were evaluated: total water control, controlled submersion and free submersion. Under total control, only improved varieties are used, with an average yield of 1,780 kg/ha and a net operating income of 421,378 CFA francs/ha.

In controlled flooding, the improved varieties reach 1,730 kg/ha for a net income of 418,828 CFA francs/ha, while local varieties cap at 1,359 kg/ha with a net income of 200,071 CFA francs/ha. In free flooding, exclusively with local varieties, the yield is 1,331 kg/ha and the net income of 189,655 CFA francs/ha.

The comparison between the food survival threshold and income per active shows that only controlled flooding with improved varieties allows producers to live in dignity, with a positive difference of 42,340 CFA francs. Moreover, the system under total control has the greatest production stability, with a coefficient of variation of 13%, thanks to optimized water management and adapted inputs.

**Keywords:** Economic analysis, Irrigation system, resilient varieties, Gao.

### **INTRODUCTION**

Le Mali est un pays de l'Afrique de l'Ouest avec une histoire riche et des défis contemporains complexes. L'économie malienne repose principalement sur l'agriculture et l'élevage, qui représentent une part importante du PIB. Cependant, le pays est confronté à des sécheresses récurrentes et à des chocs climatiques majeurs, affectant gravement les revenus agricoles.

Le riz occupe une place stratégique au Mali, tant pour la sécurité alimentaire et nutritionnelle que pour le développement économique et social. Il joue un rôle clé dans la production, l'emploi agricole et la génération de revenus pour les cultivateurs. Représentant 4,7 % du PIB national

et 13,3 % du PIB agricole (selon une étude sur la filière riz de 2023), il constitue un pilier de l'économie malienne.

L'augmentation de la consommation de riz s'est faite de manière spectaculaire, Selon les perspectives agricoles 2019-2028 de l'OCDE et de la FAO, le volume consommé par habitant dans la région devrait augmenter de 5 kg, d'ici 2028, en atteignant 30,7 kg.

Le Mali dispose d'importantes potentialités rizicoles. Cependant, ces potentialités restent encore insuffisamment exploitées, les superficies jugées aptes à la riziculture irriguée sont évaluées à près de 2 200 000 ha. Les objectifs d'emblavure du riz étaient de 898 222 ha en 2023 et les superficies réalisées, toutes rizicultures confondues sont de 906 982 ha contre 914 378 ha en 2022, soit 101% de réalisation. La variation est de -0,8% par rapport à 2022 (DNA, 2023).

La productivité de la terre du riz reste très en dessous de son potentiel : quelques riziculteurs très performants obtiennent des rendements de 9 à 10 tonnes/ha en maîtrise totale alors que la moyenne nationale pour ce système d'irrigation est de 5,9 tonnes/ha. Dans la riziculture pluviale la moyenne nationale n'est que 1,9 tonnes/ha (DNA 2022).

Le riz constitue la céréale la plus cultivée et consommée dans la région de Gao. La majorité des agriculteurs s'y adonnent par des méthodes traditionnelles (submersion libre, riziculture de décrue et exploitation des mares) ou modernes, grâce aux aménagements hydro-agricoles (submersion contrôlée et gestion totale de l'eau).

Bien que Gao dispose d'un vaste potentiel en surfaces cultivables, il reste difficile de quantifier précisément les terres fertiles non exploitées dans cette région. Face aux sécheresses répétées de la dernière décennie, la culture fluviale demeure la seule solution nécessitant des investissements limités.

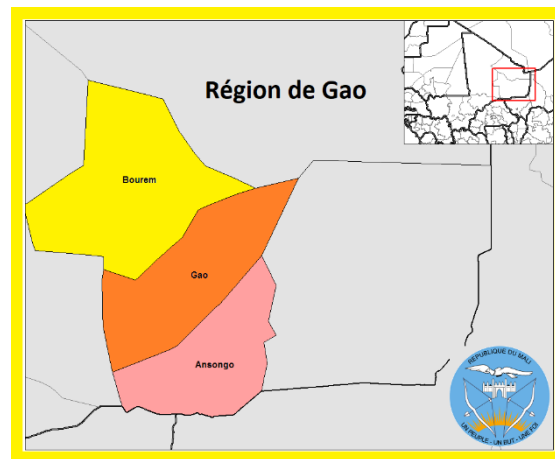
Cependant, malgré ce potentiel prometteur, la production rizicole de Gao diminue chaque année. Plusieurs défis entravent l'essor de cette filière : les conséquences du changement climatique, l'appauvrissement des sols, l'insuffisance de technologies appropriées et l'insuffisance de terres aménagées freinent considérablement le développement agricole.

La pauvreté et le changement climatique ont créé une situation préoccupante à Gao qui appelle des solutions urgentes. Cela souligne l'importance de trouver des réponses adaptées à ces défis. C'est dans ce contexte que l'idée de cette étude est née. Elle vise à explorer des pistes pour améliorer les conditions de vie dans la région.

## MATERIEL ET METHODES

### a) Choix des sites d'étude :

La région de Gao a été sélectionnée en raison de l'importance de la riziculture dans l'activité économique et sociale de sa population. Le riz, étant la céréale la plus cultivée et consommée, est produit par la majorité des agriculteurs selon des méthodes traditionnelles (submersion libre, décrue, exploitation des mares) ou modernes dans des aménagements hydro-agricoles (submersion contrôlée, maîtrise complète de l'eau). Malgré un potentiel agricole estimé à 110 000 hectares, seulement 30 % de ces terres sont exploitées.



**Figure 23:** carte de la zone d'étude

Par ailleurs, Gao est fortement touchée par le changement climatique, avec un climat sahélien caractérisé par des précipitations faibles. La région est traversée par le fleuve Niger, rendant ses eaux de surface cruciales, bien que leur qualité dépende des crues annuelles. On y trouve également de grandes mares, notamment celles de Tessit, Amalawlaw, Indélimane et Tintichiori dans le cercle d'Ansongo, ainsi que celles de Samit à N'Tillit et Zankabilo à Gabéro dans le cercle de Gao.

### b) La collecte des données secondaire

Les données secondaires ont été collectées pour mieux encadrer la phase terrain. La collecte des données secondaires a consisté à l'exploitation des livres, des rapports d'études, des articles scientifiques, des publications gouvernementales, et les statistiques officielles. Courant cette période des échanges auprès des personnes ressources (Directeur de l'Agriculture de Gao, les présidents de la chambre de l'agriculture de Gao, les partenaires techniques et financiers GIZ, IPRO, FAO et le coordinateur de l'AOPP régionale de Gao) ont été initiés pour mieux cerner la problématique.

A l'issue de ces échanges les grandes zones de production de la région de Gao ont été identifiées selon les typologies de système d'irrigation. Ces informations ont permis d'élaborer un questionnaire terrain mieux adaptés à la région de faire un choix d'échantillonnage. Une partie importante de cette recherche documentaire a été réalisée via Internet, en consultant les bibliothèques numériques, les plateformes institutionnelles (FAO, CIRAD...), les bases de données ouvertes (AGRIS, World Bank Open Data, FAOSTAT), ainsi que les archives universitaires et les portails de revues scientifiques.

### c) Echantillonnage

La taille de l'échantillonnage est définie selon les moyens financiers de l'étude. Elle a été calculée par la formule suivante :

$$n = \frac{N}{1+N \times I^2} \quad (1)$$

n : la taille de l'échantillon

N : la taille de la population

I : marge d'erreur

La méthodologie utilisée a intégré les approches de recherche qualitative et quantitative. Les enquêtes formelles ont été réalisées à travers des entretiens individuels sur la base d'un questionnaire semi-structuré administré auprès des exploitants rizières. Le choix de l'échantillon s'est déroulé en deux étapes : la première étape a consisté à choisir les communes de collecte. Le choix des communes a été fait sur la base de la productivité, les superficies emblavées, le nombre d'exploitants, les systèmes de production pratiqués dans la commune et sur la base du contexte sécuritaire. Ainsi les communes de Ansongo, Bourra, Bara, Gabero et Temera ont été choisies. La deuxième étape consistait à choisir les exploitants dans les communes cités ci-haut. Les exploitants rizières ont été identifiés à travers la méthode d'échantillonnage dite l'échantillon aléatoire systématique. C'est ainsi qu'un échantillon de 253 exploitants sur population mère a été retenu pour notre étude avec une marge d'erreur de 6%.

L'échantillonnage a pris en compte les femmes, hommes, jeunes, vieux pour une bonne représentativité.

**Tableau 1:** Répartition de l'échantillon par cercle

<b>Cercles</b>	<b>Population mère</b>	<b>Taille de l'échantillon</b>
Ansongo	1 857	120
Gao	1 341	32
Bourem	1 997	101
<b>Total</b>	<b>4 687</b>	<b>253</b>

#### **d) Collecte des données primaires**

Les données ont été collectées individuellement et en focus groupe par voie d'interview d'Octobre 2022 à Janvier 2023, à l'aide de questionnaires semi structuré préétablis et guide d'entretien. Les données ont été collectées auprès des riziculteurs. Le consentement éclairé de l'enquêté est demandé avant le début de l'entrevue.

Les principales données collectées concerneront les données des caractéristiques socioéconomiques des exploitations (taille ou population, activités économiques, éducation, organisations des producteurs, etc.), les données sur les paramètres de production et de marché (Superficie en hectare, Rendement, intrants, Prix, Quantité produite), etc.

#### **e) Analyse des données**

Les données collectées ont été analysées et traitées à travers les logiciels SPSS, Stata et Excel. Le choix SPSS, STATA et Excel pour l'analyse des données dépend de plusieurs facteurs, notamment les besoins spécifiques de l'analyse, les compétences de l'utilisateur et les fonctionnalités offertes par chaque logiciel.

#### **f) Cadre théorique**

L'évaluation de la performance des systèmes d'irrigation résilients au climat à travers une analyse bénéfice/cout économique prenant en compte les aspects de genre.

L'analyse des performances d'un système d'irrigation consiste à mesurer, pour une période donnée, ses résultats en termes d'efficacité et d'efficience. Dans le cadre de cette étude, les critères de performance sont entre autres la rentabilité et la stabilité des productions physique du Riz. Les indicateurs suivants ont été concernés pour l'évaluation des performances dans le cadre la présente étude : le rendement, le Produit brut, la Marge brute, la Marge Nette, le Revenu Brut d'Exploitation, le Revenu Net d'Exploitation, le Ratio bénéfice/cout (R b/c).

Le revenu par actif et par système d'irrigation est comparé au seuil de survie de la région de GAO, pour en déduire les systèmes qui permettent aux exploitants de vivre dignement dans la région. Ainsi, le système ou les systèmes qui auront un revenu par actif supérieur au seuil de survie seront considérés comme résilients au climat.

Les données de la production du riz par système d'irrigation de 2019 à 2023 de la région de Gao ont été utilisées pour déduire le système le plus résilient en termes de stabilité.

Les différents indicateurs utilisés sont les suivants :

- **Le rendement** : Le rendement est une mesure de la quantité de production agricole obtenue par unité de surface cultivée. Il est exprimé en kilogramme par hectare (kg/ha) ou en tonne par hectare (t/ha). Le rendement est un indicateur clé de la productivité agricole et reflète l'efficacité des pratiques agricoles, des variétés de cultures utilisées, des conditions climatiques, et de la disponibilité des intrants agricoles comme les engrais et l'eau.
- **Produit brut (PB)** : Le produit brut est la valeur de la production brute du riz, estimée au prix du marché, prix sortie ferme (c'est à dire sans compter les frais de transport pour rejoindre le marché le plus proche par exemple). Le produit brut d'une parcelle de riz est égal à sa production multipliée par le prix unitaire de vente des produits. Le produit brut à l'hectare correspond donc au rendement (moins les pertes post-récolte éventuelles) multiplié par le prix unitaire de vente du riz.
- **Marge brute (MB)** : La marge brute est un indicateur financier clé qui mesure la rentabilité d'une entreprise en comparant le chiffre d'affaires aux coûts directs de production. Elle est égale au produit brut (auquel on ajoute les subventions éventuelles) moins les charges opérationnelles (aussi appelées consommations intermédiaires ou frais variables). Les charges opérationnelles, correspondent à ce qui disparaît dans l'acte de production, et concernent en particulier les semences, les engrais, les produits phytosanitaires (herbicides, insecticides, etc.), les coûts de motorisation (essence, huile), mais aussi la redevance pour l'eau, le coût de location de la terre (fermage) et toutes les charges salariales temporaires affectées à la culture (main d'œuvre Temporaire salariée), etc.
- **Marge Nette (MN)** : La marge nette, également appelée marge bénéficiaire nette, est un indicateur financier crucial qui mesure la rentabilité d'une entreprise. Elle représente le pourcentage de bénéfice net réalisé par rapport au chiffre d'affaires total. Elle (aussi appelée revenu agricole net) est égale à la valeur Ajoutée Nette moins les charges de structure (dont les impôts), les frais financiers et les autres frais. Les charges de structure correspondent

aux charges fixes qui ne varient pas avec le niveau d'activité, et ne disparaissent pas dans l'acte de production, comme la location de bâtiments, la maintenance du matériel ou l'emploi de personnel permanent, etc. Les frais financiers correspondent à la valeur des frais liés aux emprunts.

- **Revenu Brut d'Exploitation (RBE) :** Le Revenu Brut d'Exploitation (RBE), également connu sous le nom d'Excédent Brut d'Exploitation (EBE), est un indicateur financier clé qui mesure la rentabilité brute d'une entreprise avant la prise en compte des éléments financiers et exceptionnels. On appelle RBE le bénéfice d'exploitation une fois déduit de la valeur de toutes les opérations d'exploitation de l'exercice (consommations intermédiaires, travail, frais financiers, transport et taxes).
- **Ratio bénéfice/cout (R b/c) :** Le ratio bénéfice/coût, également connu sous le nom d'indice de rentabilité, est un indicateur financier utilisé pour évaluer la rentabilité d'un projet ou d'un investissement. Il compare les bénéfices attendus aux coûts totaux associés à la réalisation du projet. Le R b/c permet de déterminer si un projet vaut la peine d'être entrepris d'un point de vue financier. Le ratio bénéfice/coût mesure la valeur créée par un investissement par rapport à son coût. Un **R b/c** supérieur à 1 indique que les bénéfices surpassent les coûts, ce qui suggère que le projet est rentable.
- **Le revenu par actif et par système d'irrigation :** il est calculé en multipliant le revenu Net par la superficie moyenne cultivée par actif selon le système d'irrigation. En maitrise Totale, la moyenne dans la région de Gao est de 0.3ha. En submersion contrôlée et libre, la moyenne de superficie par actif est de 1ha.
- **Le seuil de survie alimentaire :** Le seuil de survie alimentaire est un indicateur utilisé pour mesurer le niveau minimum d'apport alimentaire nécessaire pour maintenir la survie d'une population. Il inclut non seulement les calories minimales requises pour éviter la famine, mais aussi les nutriments essentiels pour éviter les carences graves. Ce seuil est souvent utilisé en situations de crise humanitaire pour déterminer les besoins d'aide alimentaire et évaluer l'urgence de la situation. Le seuil de survie alimentaire de la région de Gao est de 5 229f par personne et par mois selon le MEB de 2022. La taille moyenne d'un ménage dans la région de Gao est de 6 personnes.
- **Le coefficient de variation :** Le coefficient de variation est particulièrement utile en statistiques pour évaluer la stabilité ou la régularité des données. Il est calculé en divisant les écarts types par la moyenne des production annuelles.

## **RESULTATS OBTENUS**

### **1. Caractéristiques socio-économiques :**

La majorité des producteurs sont des hommes mariés (87,75%). La valeur de la corrélation est de 10,476 pour un degré de liberté de 2 pour le sexe. Une différence hautement significative au seuil de 1,00% pour la variable sexe est observée. Les personnes fréquentant l'école coranique sont la plus représentée parmi les producteurs, constituant 64,03 % de l'ensemble. Le niveau d'instruction dans l'école classique est relativement faible avec seulement 5,14%, et 3,16% des producteurs ayant atteint le niveau primaire et secondaire.

Le taux d'analphabétisation fonctionnelle est le plus bas, atteignant seulement 1,19%, tandis que 40,71% n'ont aucun niveau d'instruction. La valeur de la corrélation est de 173,470 pour un degré de liberté de 8 pour le niveau d'instruction. Une différence hautement significative au seuil de 1,00% est observée (Tableau 2).

En ce qui concerne les informations relatives aux situations matrimoniales des enquêtés, les résultats relèvent que 99,60% d'entre eux sont mariés et 0,40% sont des célibataires.

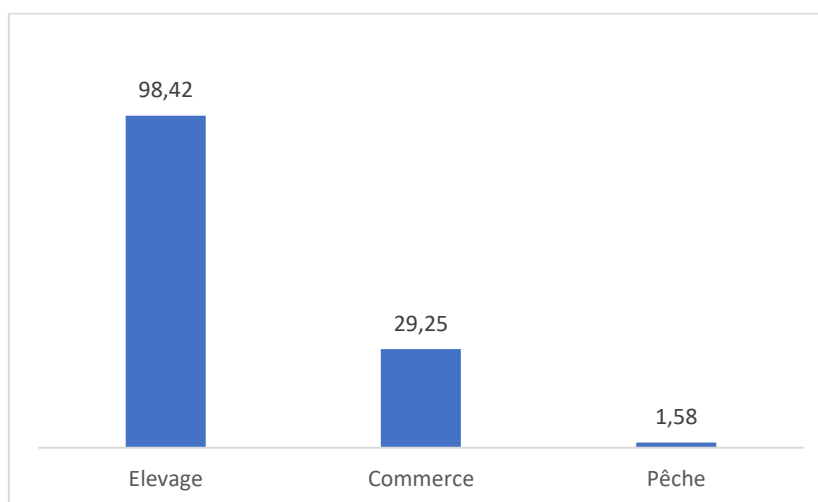
**Tableau 2 : Caractéristiques socio-économiques**

Caractéristiques	Ansongo		Bourem		Gao		Ensemble site		Valeur	Ddl	Signification asymptotique
	N	(%)	N	(%)	N	(%)	N	(%)			
Sexes											
Homme	97	80,83	94	93,07	31	96,88	222	87,75	10,476	2	0,005***
Femme	23	19,17	7	6,93	1	3,13	31	12,25			
Ethnies											
Peulh	-	-	-	-	20	62,50	20	7,91	194,642	6	0,000***
Sonrhäï	120	100	75	74,26	12	37,50	207	81,82			
Tamasheq	-	-	26	25,74	-	-	26	10,28			
Niveau d'instruction											
Alphabétisation fonctionnelle	1	0,01	-	-	2	6,25	3	1,19	173,470	8	0,000***
Aucun	-	-	83	82,18	20	62,50	103	40,71			
Ecole coranique	105	87,50	49	48,51	8	25,00	162	64,03			
Primaire	10	8,33	2	1,98	1	3,13	13	5,14			
Secondaire	5	4,17	1	0,99	2	6,25	8	3,16			
Statut Matrimonial											
Célibataire	-	-	1	1,00	-	-	1	0,40	1,511	2	0,470
Marié(e)	120	100	100	99,00	32	100	252	99,60			

\* significatif à 10 % ; \*\* significatif à 5% ; \*\*\* significatif à 1%

## 2. Activités secondaires

L'élevage est la première activité secondaire prédominante des producteurs, impliquant 98,42% des individus, ce qui montre que l'élevage joue un rôle significatif dans la vie des producteurs (Figure 2). En revanche le commerce et la pêche sont moins répandus, avec 29,25% et 1,58% de la population y participent.



**Figure 2 :** Pourcentage des enquêtés en fonction de leurs activités secondaires

## 3. Les indicateurs de rentabilité

### ❖ Compte d'exploitation

L'analyse du compte d'exploitation global par hectare selon les systèmes d'irrigation du riz met en évidence des disparités significatives en termes de performance économique, liées à la maîtrise de l'eau et au type de semence utilisée. Les systèmes à maîtrise totale de l'eau, combinés aux variétés améliorées (OPV), affichent les meilleurs résultats, avec un rendement moyen de 1 780 kg/ha et un produit brut de 731 750 F CFA/ha. Ce système génère une marge nette de 466 425 F CFA/ha et un revenu net d'exploitation de 421 378 F CFA/ha, bien supérieur au seuil de survie alimentaire fixé à 376 488 F CFA. Le ratio bénéfice/coût atteint 1,36, traduisant une rentabilité élevée et une optimisation des ressources.

En comparaison, les systèmes en submersion contrôlée avec variétés locales ou améliorées présentent des performances intermédiaires. Le rendement varie entre 1 331 et 1 359 kg/ha, avec des revenus nets d'exploitation oscillant entre 189 665 et 200 071 F CFA/ha. Ces résultats restent en deçà du seuil de survie alimentaire, avec des ratios B/C de 0,71 à 0,68, indiquant une rentabilité insuffisante. La différence négative entre le revenu par actif et le seuil de survie souligne une vulnérabilité économique pour les producteurs utilisant ces systèmes.

Enfin, les systèmes en submersion libre, bien que moins performants, montrent une légère amélioration lorsqu'ils sont associés à des variétés améliorées, avec un revenu net de 420 103 F CFA/ha et un ratio B/C de 1,33, proche des performances observées en maîtrise totale. Cela confirme que l'introduction de semences améliorées peut compenser partiellement les limites techniques des systèmes d'irrigation moins contrôlés.

En somme, la maîtrise de l'eau et le choix variétal sont des déterminants clés de la rentabilité du riz. Les résultats plaident en faveur d'un renforcement des infrastructures hydrauliques, de la diffusion des semences améliorées, et d'un accompagnement technique ciblé pour améliorer la viabilité économique des systèmes rizicoles au Mali.

A la suite de la comparaison entre le seuil de survie alimentaire et le revenu par actif, la production des variétés améliorées en submersion contrôlée avec une différence de 42 340 FCFA est le système qui permet aux exploitants de vivre dignement dans la région de Gao. Ainsi le système d'irrigation en submersion contrôlée est résilient au climat avec la production des variétés améliorées.

**Tableau 3** : Compte d'exploitation global par hectare et par système d'irrigation

Caractéristiques	Maîtrise		Submersion libre		Ensemble	
	Totale de l'eau	Submersion contrôlée	Submersion libre		Ensemble	
	Améliorée (OPV)	Améliorée	Locale	Locale	Améliorée	Locale
Rendement (Kg/ha)	1 780	1 730	1 359	1 331	1 755	1 345
Produit brut (F CFA/ha)	731 750	739 250	481 290	466 677	735 500	473 984
Marge brute (F CFA/ha)	606 956	622 156	345 438	335 729	614 556	340 583
Marge nette (F CFA/ha)	466 425	472 624	223 467	213 062	469 525	218 265
Revenu brute d'exploitation (F CFA/ha)	466 425	472 624	223 467	213 062	469 525	218 265
Revenu net d'exploitation (F CFA/ha)	421 378	418 828	200 071	189 665	420 103	194 868

Seuil de survie	376 488	376 488	376 488	376 488	376 488	376
Alimentaire (F CFA)						488
Revenu par Actif (F CFA)	126 413	418 828	200 071	189 665	420 103	194 868
Différence SS et RA (F CFA)	-250 075	42 340	-176 417	-186 823	43 615	-181 620
<b>Ratio bénéfice/cout</b>	<b>1,36</b>	<b>1,31</b>	<b>0,71</b>	<b>0,68</b>	<b>1,33</b>	<b>0,70</b>

#### ❖ **Compte d'exploitation selon le sexe**

La riziculture est pratiquée par les hommes et femmes dans la région de Gao. Mais fort est de constaté que la majorité de producteurs sont des hommes. Les quelques femmes productrices sont le plus souvent de veuves ou des femmes cheffe de famille.

Au regard de l'analyse des indicateurs de rentabilité, il ressort dans les différents Systèmes d'irrigation et types de variétés que les champs qui sont sous la responsabilité des femmes sont les plus rentables. Cela s'explique par l'élan de solidarité au sein de la communauté, qui consiste à appuyer les femmes productrices dans la production à travers la main d'œuvre (le désherbage, le labour, repiquage, l'arrosage, la récolte et le suivi). Le rendement varie selon les systèmes et les types de variétés.

Pour les variétés améliorées, le revenu net d'exploitation varie de 923 958F CFA/ha en maîtrise totale d'eau à 911 792 F CFA/ha en submersion contrôlée pour les productrices contre 305 398F CFA/ha en maîtrise totale d'eau et 305 067F CFA/ha en submersion contrôlée pour les producteurs.

Pour les variétés locales, le revenu net d'exploitation varie de 204 834F CFA/ha en submersion contrôlée à 191 020F CFA/ha en submersion libre pour les productrices contre 199 241F CFA/ha en submersion contrôlée et 189 429 F CFA/ha en submersion libre pour les producteurs.

**Tableau 4:** Compte d'exploitation selon le sexe par hectare et par système d'irrigation

Caractéristiques	Maitrise Totale d'eau		Submersion contrôlée				Submersion libre	
	Améliorée		Améliorée		Locale		Locale	
	F	H	F	H	F	H	F	H
Rendement (Kg/ha)	2 667	1 575	2 667	1 514	1 352	1 360	1 352	1 327
Produit brut (F CFA/ha)	1 200 000	623 692	1 200 000	632 923	483 152	480 966	483 15	463 8
Marge brute (F CFA/ha)	1 125 500	487 292	1 113 330	508 807	310 927	351 451	301 80	341 6
Marge nette (F CFA/ha)	950 833	354 638	938 667	365 076	219 981	224 075	206 16	214 2
Revenu brute d'exploitation (F CFA/ha)	950 833	354 638	938 667	365 076	219 981	224 075	206 16	214 2
Revenu net d'exploitation (F CFA/ha)	923 958	305 398	911 792	305 067	204 834	199 241	191 02	189 4
<b>Ratio bénéfice/cout</b>	<b>3,35</b>	<b>0,96</b>	<b>3,16</b>	<b>0,93</b>	<b>0,74</b>	<b>0,71</b>	<b>0,65</b>	<b>0,69</b>

#### 4. Les indicateurs de la stabilité des productions du Riz en fonction des systèmes d'irrigation

En submersion libre, le coefficient de variation (39%) indique une grande variabilité et une stabilité moindre dans la production de riz par rapport à la moyenne. Cela peut être dû à des facteurs tels que des variations climatiques (pluviométrie, inondation), la qualité des intrants, ou liées à des pratiques agricoles incohérentes.

En submersion contrôlée, le coefficient de variation (14%) représente un niveau de variation intermédiaire et homogène avec plus de stabilité par rapport à la submersion libre. Cette stabilité peut s'expliquer par la maîtrise de la technique culturale, le respect des calendriers de production et surtout par la bonne gestion de l'eau.

En maîtrise totale, la production de riz est la plus stable avec un Coefficient de variation de 13%. Cette diminution du coefficient de variation indique que le système d'irrigation en maîtrise totale offre une plus grande stabilité et prévisibilité des productions. Cela s'explique par une gestion plus précise de l'eau ainsi que la maîtrise de la technicité culturale et de la qualité des intrants adaptés à la localité.

Le tableau 5 résume les résultats de l'évaluation de la stabilité des productions du riz de 2019 à 2023 en fonction des systèmes d'irrigation de la région de Gao.

**Tableau 5:** Evaluation de la stabilité des productions du Riz en fonction des systèmes

<b>Variables</b>	<b>Ecartype</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Coefficient de variation</b>
<b>Systèmes d'irrigation</b>			
<b>Maîtrise totale</b>	2190	16473	<b>13%</b>
<b>Submersion contrôlée</b>	2407	17274	<b>14%</b>
<b>Submersion libre</b>	10491	26871	<b>39%</b>

## DISCUSSIONS

Dans la région de Gao, les données révèlent que l'élevage constitue l'activité secondaire prédominante chez les producteurs de riz, avec une implication exceptionnelle de 98,42 % des individus. Cette forte prévalence s'inscrit dans une logique sahélienne de complémentarité entre agriculture et pastoralisme, où les résidus de culture, les espaces de jachère et les ressources hydriques sont mobilisés pour l'alimentation animale. Ce modèle est confirmé à l'échelle nationale par le Ministère de l'Agriculture du Mali (2021), qui souligne que dans les zones rizicoles de bas-fonds et d'irrigation partielle, l'élevage est une stratégie de sécurisation économique, notamment dans les régions du Nord où les marchés agricoles sont moins structurés.

Ce schéma est également observé dans d'autres zones du Mali, comme le cercle de Niono ou l'Office du Niger, où l'élevage bovin et avicole est intégré aux systèmes rizicoles pour diversifier les revenus et valoriser les sous-produits agricoles. L'Étude de référence sur la productivité agricole du riz au Mali (PNPR, 2022) confirme que cette intégration est

particulièrement marquée dans les zones à faible densité commerciale, comme Gao, où les débouchés pour les produits agricoles restent limités.

Les résultats de l'étude nous montrent une variation des rendements en fonction des variétés et des systèmes d'irrigation. Ces résultats vont dans le même sens que ceux de ADEGBOLA et al. (2003) qui ont conclu dans leur étude de la compétitivité de la riziculture béninoise que la rentabilité du riz peut être fonction de la zone d'étude et du système de production.

En maîtrise totale d'eau, les variétés améliorées sont les seules utilisées. Le rendement moyen est de 1 780Kg/ha. Le revenu net d'exploitation est 421 378F CFA/ha. En submersion contrôlée, les variétés améliorées et locales sont utilisées. Le rendement moyen pour les variétés améliorées est 1 730kg/ha contre 1 359kg/ha pour les variétés locales. Le revenu net d'exploitation pour les variétés améliorées est 418 828F CFA/ha contre 200 071F CFA/ha pour les variétés locales. En submersion libre, seules les variétés locales sont utilisées. Le rendement moyen est de 1 331 Kg/ha. Le revenu net d'exploitation est de 189 655F CFA/ha. Les producteurs n'utilisent pas des engrais minéraux, seuls quelques-uns utilisent à faible quantité de l'engrais organique fertinova en submersion maîtrise totale d'eau. La culture en submersion libre est surtout butée au retard des premières pluies, les poches de sécheresses et le débit faible du fleuve Niger. Ce qui pourrait expliquer que les faibles productions observées dans le monde rural sont liées l'utilisation de variétés à faible rendement et les conditions de production. Cela pourrait nous amener à avoir la même conclusion que DIEDHIOU (2019) qui affirme dans son étude que le rendement varie en fonction de types des variétés et du système de culture. Ces résultats sont également en phase avec ceux de Styger (2009) qui a trouvé une augmentation du rendement du SRI à plus de 66 % par rapport aux rendements des pratiques paysannes au Mali.

A la suite de la comparaison entre le seuil de survie alimentaire et le revenu par actif, la production des variétés améliorées en submersion contrôlée avec une différence de 42 340 FCFA est le système qui permet aux exploitants de vivre dignement dans la région de Gao. Cela s'explique par le fait qu'en submersion contrôlée il y a assez d'emblavures et une maîtrise de la gestion d'eau et sa facilité d'arrosage. Contrairement à la maîtrise totale où il y a peu de périmètres irrigués dans la région qui ne permettent pas à tous les producteurs d'avoir suffisamment des superficies pour produire convenablement. Quant à la submersion libre, il y a suffisamment des emblavures cependant les facteurs climatiques notamment la rareté des pluies, les poches de sécheresse, les inondations entravent la productivité du Riz. Cette situation est comparable à celle décrite par DIOP (2023) dans la vallée du fleuve Sénégal, où les systèmes irrigués intensifs génèrent des rendements élevés mais peinent à couvrir les coûts familiaux.

La riziculture est pratiquée par les hommes et femmes dans la région de Gao. Mais force est de constater que la majorité de producteurs sont des hommes. Les quelques femmes productrices sont le plus souvent de veuves ou des femmes cheffes de famille.

Au regard de l'analyse des indicateurs de rentabilité, il ressort dans les différents Systèmes d'irrigation et types de variétés que les champs qui sont sous la responsabilité des femmes sont les plus rentables. Cela s'explique par l'élan de solidarité au sein de la communauté, qui consiste à appuyer les femmes productrices dans la production à travers la main d'œuvre (le désherbage, le labour, repiquage, l'arrosage, la récolte et le suivi) et une meilleure stratégie de commercialisation.

Plusieurs études confirment et nuancent l'observation selon laquelle les femmes rizicultrices démontrent une efficacité supérieure dans la valorisation commerciale du riz, notamment dans les systèmes à maîtrise totale de l'eau. Selon HARRISS-WHITE (2012), la marchandisation progressive des systèmes post-récolte en Asie du Sud a conduit à une masculinisation des circuits commerciaux, mais les femmes ont conservé un rôle stratégique dans les opérations de tri, de conditionnement et de transformation artisanale, souvent associées à une meilleure qualité perçue du produit. Cette dynamique est également observée en Afrique de l'Ouest, où les femmes transformatrices, comme celles de la coopérative « les Fourmis Laborieuses au Mali », réussissent à convertir le riz local en produits à forte valeur ajoutée, réduisant les pertes post-récolte et améliorant les revenus familiaux (Farm Radio International, 2023).

Dans l'évaluation de la stabilité de la production du riz selon les systèmes d'irrigation, les systèmes en maîtrise d'eau et en submersion contrôlée ont un coefficient de variation homogène inférieur à 15%. Pour le système en maîtrise d'eau, le coefficient de variation (13%) indique que le système d'irrigation en maîtrise totale offre une plus grande stabilité et prévisibilité des productions, en raison d'une gestion plus précise de l'eau, la maîtrise de la technique culturale et de la qualité des intrants adoptés à la localité. Il est ainsi le système le plus stable en termes de production durant les cinq dernières années. En submersion contrôlée, le coefficient de variation (14%) représente un niveau de variation intermédiaire et homogène avec plus de stabilité par rapport à la submersion libre. Cette stabilité s'explique par la maîtrise de la technique culturale, le respect des calendriers de production et surtout par la bonne gestion de l'eau. Quant au système en submersion libre, le coefficient de variation (39%) indique une grande variabilité et une stabilité moindre dans la production de riz par rapport à la moyenne. Cela est dû à des facteurs tels que des variations climatiques (pluviométrie, les inondations), la qualité des intrants, ou liée à des pratiques agricoles incohérentes.

## CONCLUSION

La présente étude met en évidence les disparités de performance économique entre les systèmes d'irrigation du riz dans la région de Gao, dans un contexte marqué par les effets du changement climatique et la précarité des exploitants. Les résultats montrent que la submersion contrôlée avec variétés améliorées constitue le système le plus résilient, permettant aux producteurs de dépasser le seuil de survie alimentaire. Par ailleurs, la maîtrise totale de l'eau offre la meilleure stabilité de production, bien que son accessibilité reste limitée.

Face à ces constats, plusieurs recommandations s'imposent pour les politiques agricoles. Il est essentiel de renforcer les infrastructures hydro-agricoles afin d'élargir l'accès à la maîtrise totale de l'eau, notamment par l'aménagement de nouveaux périmètres irrigués. La diffusion ciblée de semences améliorées adaptées aux conditions locales doit être intensifiée, en intégrant les femmes productrices comme bénéficiaires prioritaires. Un appui technique renforcé, incluant la formation sur les pratiques culturales résilientes et la gestion de l'eau, est également crucial. Enfin, la mise en place de mécanismes de financement inclusifs et adaptés aux petits producteurs permettrait de sécuriser les investissements et de favoriser une transition vers des systèmes plus performants. Ces mesures contribueraient à améliorer durablement la rentabilité et la résilience de la riziculture dans la région de Gao.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1) ADEGBOLA, P., SODJINO, E., 2003. *Analyse de la compétitivité de la riziculture béninoise, Rrpport définitif du Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche*. Papainrab Porto-Novo Bénin, 244 pages.
- 2) Banque Centrale des Etats de l'Afrique de l'Ouest, 2020 : *Rapport annuel 2020*, Sénégal, 105 pages.
- 3) Banque Mondiale, 2022 : *Note sur la situation économique du Mali, renforcer la résilience en période d'incertitude : renouveler le contrat social*, Washington, D.C, 52 pages.
- 4) Centre de Partenariat et d'Expertise pour le Développement Durable. 2014 : *Modélisation des impacts économiques des changements climatiques par secteur de développement*, CPEDD, Benin, 35 pages.
- 5) CIREF-MALI (Conseils – Etude & Formation).2013 : *Etude analytique de la production nationale de riz, des importations et de leurs impacts sur la commercialisation du riz local au mali*, CIREF, Mali, 21 pages.

- 6) Coulibaly Y. M., Havard M., *Evolution et perspectives de la transformation du riz à l'Office du Niger au Mali*, Congrès du riz en Afrique, octobre 2013, Yaoundé, Cameroun
- 7) DEMBELEU.2018 : *Evaluation des performances technico-économiques des exploitations agricoles de systèmes de production de riz et de cultures maraîchères dans les bas-fonds de la région de Sikasso*, Institut d'Economie Rurale, Mali, 31 pages.
- 8) DIEDHIOU P, 2019 : *Etude comparative des rendements et de la rentabilité du Système de Riziculture Intensif (SRI) et du Système Traditionnel dans le département de Ziguinchor*, Université Assane Seck de Ziguinchor, Sénégal, 42 pages.
- 9) DIOP, A.N. 2023. *Niveaux et déterminants de la performance productive du riz des systèmes irrigués dans la vallée du fleuve Sénégal*. Thèse, Université Gaston Berger, Dakar, 271pages.
- 10) Direction Régionale de l'Agriculture de Gao, 2023 : *Rapport bilan de la campagne agricole 2023 DRA – GAO*, Mali, 28 pages.
- 11) FAO. 2021 : *Analyse de la chaîne de valeur riz en côte d'ivoire optimiser l'impact socio - économique et environnemental d'un scénario d'autosuffisance à l'horizon 2030*, FAO, CÔTE D'IVOIRE, 38 pages.
- 12) FAO. 2021 : *Chaîne de valeur du riz au mali, analyse prospective et stratégies pour une croissance inclusive et durable*, FAO, MALI, 36pages.
- 13) FAOSTAT. 2020. *Base de données statistiques sur l'alimentation et l'agriculture*, Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Rome. Disponible sur FAOSTAT <https://www.fao.org/statistics/fr/>. (Consulté le : 10 juin 2022).
- 14) Farm Radio International (2023). *Des femmes transformant le riz pour réduire les pertes après récolte au Mali*, Farm Radio International, Mali, [en ligne] Barza Wire, 19 mars. Disponible sur : Barza Wire – Farm Radio International [Consulté le 3 août 2024].
- 15) HARRISS-WHITE, B. 2012. *Marchandisation et masculinisation des systèmes après récolte du riz en Asie du Sud*. In Verschuur, C. (dir.), Genre, changements agraires et alimentation, Graduate Institute Publications, 300 pages.
- 16) GAREYANE M.2008 : *La sédentarisation des nomades dans la région de Gao. Révélateur et déterminant d'une crise multidimensionnelle au Nord-Mali*, Thèse de doctorat de géographie, Université Jean Moulin Lyon 3, 456 pages
- 17) Gbenou P. 2013 : *Evaluation participative du Système de Riziculture Intensive dans la basse vallée de l'Ouémé au Bénin*. Thèse de doctorat en Géographie et Gestion de l'environnement, Université d'Abomey-Calavi, 213pages.

- 18) Global Water Initiative – Afrique de l’Ouest. 2017 : *Analyse des systèmes de production du périmètre irrigué de bagré*, Global Water Initiative , BURKINA FASO, 88 pages.
- 19) ISSIAKA K, YABI. 2020 : *Typologie Et Déterminants Des Stratégies D’adaptation Aux Changements Climatiques En Riziculture Au Nord Et Centre Du Bénin*, Université de Parakou, BENIN, 235 pages.
- 20) Intergovernmental Panel on Climate Change, 2022 : *Mitigation of Climate Change*, Working Group III contribution to the Sixth Assessment Report of the IPCC, 102 pages.
- 21) MANIRAKIZA D. 2021 : *Impact des coopératives agricoles des cultures vivrières sur les conditions de vie des ménages ruraux au Burundi : Cas des coopératives de la province de Ngozi*, Burundi, 207 pages.
- 22) Ministère de l’Agriculture du Mali (2021). *Stratégie nationale de développement de la riziculture*, Ministère de l’Agriculture du Mali Bamako : République du Mali. Disponible sur [riceforafrica.net](http://riceforafrica.net)
- 23) Ministère de l’Agriculture, Ministère de l’Élevage et de la Pêche & Ministère de la Population et de l’Aménagement du Territoire, 2019. *Agriculture et sources de revenus au Mali : état des lieux à partir des données de l’EAC I-2017*. Institut National de la Statistique (INSTAT), Bamako - Mali, 64 pages. Disponible sur : [https://www.instat-mali.org/laravel-filemanager/files/shares/eq/rapport-eva-stat-agric\\_eq.pdf](https://www.instat-mali.org/laravel-filemanager/files/shares/eq/rapport-eva-stat-agric_eq.pdf)
- 24) Ministère du Développement Rural, 2021 : *Rapport bilan de la campagne agricole de 2021*, Ministère du Développement Rural, Bamako, 46 pages.
- 25) NDÈYE S., BLAISE W. et FALL A., 2018. *Taux et déterminants de l’adoption de variétés améliorées de riz au Sénégal*. *Économie rurale*, France, 365(3), 68 pages. DOI: 10.4000/economierurale.5897.
- 26) OUÉDRAOGO, S.A., BOCKEL, L., DEMBÉLÉ, U., AROUNA, A. ET GOPAL, P. *Chaîne de valeur riz au Mali - Analyse prospective et stratégies pour une croissance inclusive et durable*. 2021. Accra, FAO.
- 27) PNPR. 2022. *Étude de référence sur la productivité agricole du riz au Mali*. Bamako : Conseil Ouest et Centre Africain pour la Recherche et le Développement Agricole. Disponible sur [pnpr.ml](http://pnpr.ml)
- 28) RABEARINTSOA M. 2017. *Analyse des impacts des variabilités climatiques et changement climatique sur la production rizicole cas de la région Alaotra Mangoro*, Université d’Antananarivo, Madagascar, 68 pages.
- 29) SANGARE D. 2011 : *Etude de marche sur le riz local*, BURKINA FASO, 57 pages.

- 30) SEYDOU F. 2016 : *la monographie de la région de Gao* : Friedrich-Ebert-Stiftung, Mali, 66pages.
- 31) STIECIA, International. 2023 . *Étude sur le renforcement de la filière du riz Mali*, Mali, 99 pages.
- 32) STYGER E., 2009. *SRI – Evaluation communautaire à Tombouctou 2008/2009*;Africare, Bamako, Mali. Mars 2009, 42p.
- 33) STYGER E., JENKINS D., 2014. *Manuel Technique sur le SRI en Afrique de l’Ouest. Version 2 – Août 2014* SRIGRice / CNSGRIZ / PPAAO, 60 pages.
- 34) TOURE E. 2016. *Essai de nouvelle formule de PNT granulé enrichi en riziculture de submersion libre en milieu paysan dans le village de Bagoundié, Commune de Gounzoureye, Région de Gao*, Institut Polytechnique Rural De Formation Et De Recherche Appliquée (IPR/IFRA) De Katibougou, Mali, 61pages.
- 35) TOURE M, GAOUKOYE A. 2021 : *Défis et besoins sécuritaires locaux à GAO*, Mali, 50 pages.
- 36) World Bank Group, 2022 : *Rapport de revue du secteur agricole, Volume 2 Contexte, politique agricole et rôles de l’Etat, West and Central Africa*, 71 pages.