

Evaluation De La Performance De L'irrigation En Utilisant L'indice Du Taux De Satisfaction En Eau Du Périmètre Irrigué De Saga Dans La Vallée Du Fleuve Niger

[Assessment Of Irrigation Performance Using Water Satisfaction Index Of The Saga Irrigated Perimeter In Niger River Valley]

Seydou TAHIROU MOUSSA ^{1*}, Patrice ZERBO ², Yacouba SANOU³

¹Université Aube Nouvelle, Unité de Formation et de Recherche en Sciences et Technologies (UFR/ST), Laboratoire de Recherche et d'Etudes en Management(CREM), Ouagadougou / Burkina Faso

²Université Joseph KI-ZERBO, Unité de Formation et de Recherche en Sciences de la Vie et de la Terre (UFR/SVT), Laboratoire de Biologie et Écologie Végétales, Ouagadougou, Burkina Faso

³Université Joseph KI-ZERBO, Unité de Formation et de Recherche en Sciences Exactes et Appliquées (UFR/SEA), Laboratoire de Chimie Analytique, Environnementale et Bio-Organique, Ouagadougou / Burkina Faso.



Résumé – Au Niger, la culture irriguée est la principale alternative pour sécuriser la production agricole. Cependant, la plupart des systèmes d'irrigation sont confrontés à de très graves problèmes de gestion des ressources. L'objectif de ce travail était d'évaluer les performances hydrauliques de l'aménagement hydroagricole de Saga au Niger à travers la collecte de données in situ face aux revues de littérature. Les besoins en eau du riz ont été estimés selon la norme internationale (FAO) à l'aide du logiciel Croppat 8.0. Le tableur Microsoft Excel 2016 pour calculer les différents flux et autres variables étudiés. A la suite de cette enquête, il a été constaté que le niveau de satisfaction moyen de la culture du riz était de 73% en humide et de 82% en saison sèche. La quantité moyenne d'eau nécessaire à l'irrigation est estimée à environ 82 % en saison sèche et 51 % de la quantité d'eau d'irrigation requise en humide. D'un point de vue agricole, le rapport production/volume d'eau du riz paddy est de 1,16 kg/m³ en saison des pluies, contre 0,45 kg/m³ en campagne de saison sèche. Ce résultat est principalement dû à une mauvaise gestion de l'irrigation périphérique. De ces analyses, il ressort clairement que la quantité d'eau pompée ne répond pas aux besoins d'irrigation de la zone environnante, reflétant la faible performance hydraulique autour du périmètre de riziculture irriguée de Saga.

Mots clés – Périmètre rizicole, productivité de l'eau, taux de satisfaction, Indicateurs de performance, Niger.

Abstract – In Niger, irrigated farming is the main alternative for ensuring agricultural production. However, most of the developments are currently facing to serious problems with resource management. This work consisted of an evaluation of the hydraulic performance of the Saga hydro-agricultural development in Niger through field data collection which have been compared to data obtained from literature review. The estimation of water requirements for rice was done according to the standard guidelines (FAO) using Cropwat 8.0 software. Microsoft Excel 2016 spreadsheet was used to calculate the different flow rates and other variables studied. Results of this study revealed an average percentage of the satisfaction were 73% during the winter season rice crop and 82% in the dry season crop. The average irrigation water requirement was 82% during the dry season and 51% in the winter season. In terms of agronomic efficiency in the use of irrigation water, Paddy rice production / water quantity was estimated to 0.45 kg/m³ in the dry season and 1.16 kg/m³ during the winter season. This result would be essentially due to inappropriate irrigation management on the perimeter. From these analyses, quantities of water pumped do not cover the irrigation needs of the perimeter, reflecting the poor hydraulic performance of the Saga irrigated rice perimeter.

Key words – Rice perimeter, water productivity, satisfaction rate, performance indicators, Niger.

I. INTRODUCTION

De nos jours, la disponibilité des ressources en eau, en particulier les fortes incertitudes liées au changement climatique, ont ramené les enjeux de l'eau agricole sur la liste des priorités des acteurs du développement [1] [2]. Le changement climatique, caractérisé par des réductions irrégulières des précipitations et une mauvaise gestion de l'eau, souligne l'instabilité de l'activité agricole en termes de production et de superficie. En effet, la production agricole des pays sahéliens est non seulement très variable d'une année à l'autre, mais également insuffisante pour répondre aux besoins alimentaires de la population. Pour pallier ces pénuries alimentaires et ces sécheresses récurrentes, l'homme a inventé l'irrigation afin de susciter l'intérêt pour le développement de l'irrigation [3] et l'a introduit au fil du temps comme stratégie de réponse aux conditions climatiques extrêmes [4]. Par conséquent, le développement de l'irrigation apparaît comme le meilleur moyen d'augmenter la production agricole, de réduire la vulnérabilité au changement climatique et d'améliorer les moyens de subsistance des communautés rurales et urbaines [5]. Optimiser la productivité agricole en saison sèche [6]. Au Niger, la gestion de l'eau par l'irrigation est encouragée et la production agricole augmente et se diversifie. Cette amélioration des ressources en eau du Niger a conduit à la création et à l'exploitation d'aménagements hydro-agricoles, principalement dans la vallée du Niger, dans le but d'augmenter la production et d'atteindre l'autosuffisance alimentaire. Dans le domaine de la gestion globale de l'eau, la superficie cultivée est d'environ 15 000 hectares, dont 6 700 hectares sont cultivés deux fois par an et 4 600 hectares sont multiculturels et suivis par l'Agence nationale de développement hydro-agricole (ONAHA) [7]. Selon [8], le Niger compte 99 aménagements hydro-agricoles publics sous le contrôle de l'ONAHA, dont 79 en exploitation et 20 en construction, la riziculture nationale étant produite par irrigation du riz paddy, dont 65 860 tonnes. Autour de la région de la vallée du fleuve Niger [9] et 62 030 tonnes sans aménagement [10]. Malheureusement, la plupart de ces aménagements se heurtent aujourd'hui à de très graves problèmes d'organisation et de gestion des ressources en eau, menaçant l'efficacité globale des réseaux d'irrigation et la productivité des différents périmètres. Les causes de ces pannes peuvent être plusieurs causes complexes de différents types. D'une part, la perte d'eau qui se produit lors de l'utilisation, d'autre part, les gains de production qui en résultent doivent être pris en compte. Par conséquent, l'intérêt de cette étude visait à guider les opérateurs à mettre en œuvre des stratégies appropriées pour la gestion durable de l'eau d'irrigation. Cela améliore les performances des rizières irriguées. Partant de ce constat, l'objectif de cette étude est d'évaluer les performances hydrauliques de l'aménagement agricole hydraulique de Saga.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1. Présentation du périmètre rizicole de Saga

L'étude a été menée dans le périmètre rizicole de Saga (13°27'39,9''N, 002°08'44,1''E) qui est l'un des sites les plus anciens au bord du fleuve Niger situé à 25 km de Niamey et situé dans la commune IV de la ville de Niamey au Niger (Figure 1). Ce périmètre a été créé en 1967 par le service régional de l'Agriculture de Niamey avec l'aide de la coopération technique chinoise et réhabilité une seule fois en 1987. Il couvre une superficie nominale de 431 ha dont 381 ha dominées par le réseau d'irrigation et 49 ha pour le maraîchage. Le réseau hydrographique est constitué par un seul cours d'eau permanent le fleuve Niger [11]. Le périmètre est exploité par 1646 exploitants répartis sur 1600 parcelles organisés en (7) Groupements sept mutualistes de Production (GMP). La figure 1 ci-dessous illustre l'aménagement hydro-agricole de Saga et sa répartition en Groupement Mutualiste de Production (GMP).

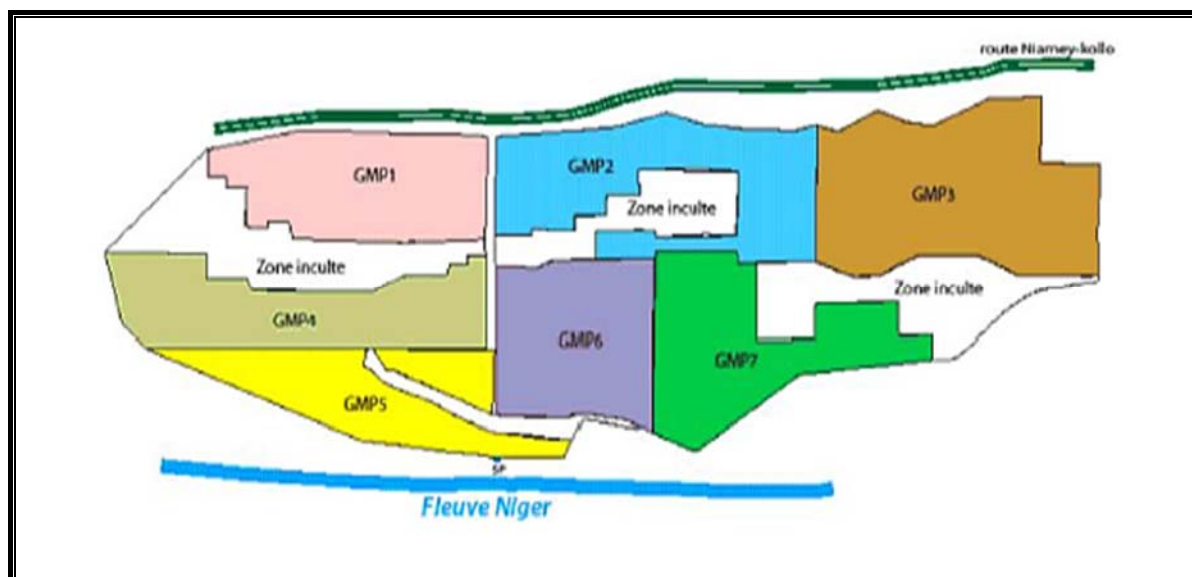


Figure 1. Schéma de l'aménagement Hydro-Agricole de Saga et sa répartition en GMP

Source : [12] cité par [13] Namata (2012).

Ce périmètre dans lequel la maîtrise d'eau est supposée être totale, dispose d'une station de pompage comportant (4) pompes immergées de marque GUINARD à axe verticale dont chacune a un débit nominal d'installation de 325 L/s. Les groupes numérotés 1 et 2 desservent le canal bas service (CP 1) et les groupes numérotés 3 et 4 desservent le canal haut service (CP 2). La distribution de l'eau d'irrigation entre les parcelles aménagées est assurée par un réseau d'irrigation qui comprend un canal. La culture du riz est pratiquée dans des casiers rizicoles de 0,25 ha ; 0,75 ha ; 0,50 ha selon un calendrier cultural de deux campagnes par an : une première campagne saison sèche (SS) entre Novembre et Mai et une campagne de saison d'hivernage (SH) allant de Juin à décembre selon calendrier cultural.

2.2. Méthodes de collecte des données

2.2.1. Données collectées

- Les données climatiques (tableau 1 et 2) utilisées proviennent de la station synoptique de l'aéroport de Niamey. Il s'agit d'une série de données moyenne des pluies mensuelles à la station de l'aéroport en 2021.

Tableau 1 : Moyenne des pluies mensuelles à la station d'aéroport en 2021

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aou	Sept	Oct	Nov	Déc
P	0	0	0	0	0	43,2	172,7	177,4	50,9	0	0	0

Légende : P : Pluie décadaire moyenne

Tableau 2 : Evapotranspiration (mm) 2021 pour la station de Niamey aéroport

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aou	Sept	Oct	Nov	Déc
ETp	367,4	386,9	504,5	489,5	494,8	399,6	164,3	245,7	269,5	367,4	357,1	346,5

Légende : ETp : Evapotranspiration de référence

- L'estimation des quantités d'eau pompée sur le périmètre rizicole de Saga, a été faite sur la base des heures de pompage (tableau 1) à partir des carnets journaliers de la station de pompage.

- Les données agronomiques utilisées (tableau 3) proviennent de la campagne agricole 2020-2021.

Tableau 3 : Campagne agricole 2021 du périmètre irrigué de Saga

Année	Campagne	Superficie exploitée	Superficie récoltée	Intensité agricole	Rendement	Production
2021	SS	380	280,78	171,73	6,62	1851,92
	SH	380	371,81		7,5	2788,61

II.2.2 Traitement et analyses des données

II.2.2.1. Traitement des données

Pour traiter les données de terrain obtenues, le matériel suivant a été utilisé :

Le tableur Microsoft Excel 2016 a été utilisé pour le calcul des différents débits et autres variables étudiées. Les logiciels Climwat 2.0 et Cropwat 8.0 (FAO) ont respectivement permis d'acquérir les données climatiques de la zone d'étude et de calculer les besoins en eau du riz.

2.2.2.1. Méthodes d'Analyses

- Le taux de satisfaction des besoins (TSB) en eau est apprécié par les travaux de l'Institut International du Management de l'Irrigation (IIMI) [14] cité par [15]. Une valeur de TSB $\approx 100\%$ est une bonne indication quant à la gestion de l'eau. Une valeur supérieure à 100% ou inférieure à 100% traduit respectivement soit un gaspillage d'eau ou soit une pénurie d'eau.

Le TSB a été calculé par la formule suivante :

$$\text{TSB} = \text{VP (m}^3 \text{/ha)} / \text{BEI (m}^3 \text{/ha)} \text{ avec :}$$

TSB : taux de satisfaction des besoins en eau sur un périmètre durant une campagne de culture.

VP : volume total d'eau pompé et consommé durant une saison de culture en $\text{m}^3 \text{/ha}$

BEI : besoins en eau des plantes estimés théoriquement pour une saison de culture en $\text{m}^3 \text{/ha}$.

- Le volume d'eau pompée théorique sur le périmètre par saison sèche et saison d'hivernage est calculé par la méthode de calcul utilisée par [15] :

$$\text{VP (m}^3\text{)} = \text{Qp (m}^3\text{/s)} \times \text{Nbh (s)}$$

Avec : **VP :** volume total d'eau pompé et consommé durant une saison de culture en $\text{m}^3 \text{/ha}$

Qp : débit total des pompes ayant fonctionné en $\text{m}^3 \text{/s}$.

Nbh : nombre d'heures de fonctionnement des pompes en seconde.

- Coefficient d'efficacité de pluie (er) est déterminé par la formule de la FAO :

$$\text{Pe} = 0.8 * \text{P} - 25 \quad \text{si } \text{P} > 75 \text{ mm/ mois} \quad \text{Pe} = 0.6 * \text{P} - 10 \quad \text{si } \text{P} < 75 \text{ mm/ mois}$$

- Les données agronomiques relatives à la plante et au sol ont été considérées pour le calcul des besoins en eau. Il s'agit notamment de :

- coefficient cultural (Kc) qui varie selon le stade végétatif ;
- L'efficacité du réseau du système d'irrigation estimée à 72 %.

- La performance de l'aménagement hydro-agricole de Saga a été appréciée suivant trois indicateurs d'efficacité cités par [16] retenus lors de cette étude (Tableau 4).

Tableau 4 : Indicateurs de performance utilisés

Indicateur	Expression
Taux d'intensification agricole	$Ti (\%) = (S_{cult} / S_{irrig}) \times 100$
Taux de satisfaction des cultures	$Ts (\%) = (V_{dist} / V_{th}) \times 100$
Efficacité agronomique de l'eau d'irrigation	$Ea (kg/m^3) = R_t / C_{eau}$

V_{dist} : volume distribué respectivement, S_{cult} : superficie cultivée en irrigué, S_{irrig} : superficie irrigable du périmètre, V_{th} : volume théorique, R_t : rendement moyen de la culture, C_{eau} : quantité d'eau consommée par hectare cultivé.

III. RÉSULTATS

3.1. Volumes d'eau pompés pour l'aménagement hydro-agricole de saga

Ces données disponibles (tableau 5 et 6) de la station principale de Saga ont permis d'évaluer les volumes d'eau théoriques pompés par année et par saison. Les résultats sont résumés dans le Tableau 5 et 6.

Tableau 5 : Temps de pompage mensuel Saison sèche et humide pour la campagne 2021.

		Pompe N°1	Pompe N°2	Pompe N°3	Pompe N°4	Total
Temps de pompage en Heure	SS	910	825	1085	948	3768
	SH	716	743	851	1008	3318

Source : Station de pompage principale du périmètre de Saga (2020-2021)

Tableau 6 : Débit de pompage Saison sèche et humide pour la campagne 2020-2021.

		Pompe N°1	Pompe N°2	Pompe N°3	Pompe N°4
Débit (l/s)	SS	325	325	325	325
	SH	250	250	250	250
Débit (m³/s)	SS	0,3	0,3	0,3	0,3
	SH	0,2	0,2	0,2	0,2

Source : Station de pompage principale du périmètre de Saga (2020-2021)

Les résultats du volume pompé théorique sur le périmètre pendant la saison sèche et la saison d'hivernage sont résumés dans le Tableau 7.

Tableau 7 : Volume théorique pompé sur le périmètre par saison sèche et saison d'hivernage

	Nombre d'heures (s)	Débit des pompes (m³/s)	Volume d'eau (m³)
VP-SS	13 564 800	0,3	4 069 440
VP-SH	11 944 800	0,2	2 388 960

Légende : VP-SS : volumes d'eau pompés au cours de la saison sèche ;

VP-SH : volumes d'eau pompés au cours de la saison d'hivernage.

En considérant les superficies mises en valeur au cours de ces différentes saisons, le tableau 8 présentent les volumes d'eau théorique reçus par hectare sur le périmètre de Saga.

Tableau 8 : Volumes d'eau pompée par hectare saison sèche et humide en 2021

	Volume d'eau pompée (m³)	Superficies mises en valeur (ha)	Volume par hectare (m³/ha)
VP-SS	4 069 440	280.78	14493,33
VP-SH	2 388 960	371.81	6425

Légende : **VP-SS** : volumes d'eau pompés au cours de la saison sèche ;

VP-SH : volumes d'eau pompés au cours de la saison d'hivernage.

Les résultats obtenus dans le tableau 8 montrent que les volumes d'eau pompée pendant la saison humide restent faibles par rapport aux volumes d'eau pompée en saison sèche. En moyenne, les volumes d'eau pompée sont de 14493,33 m³ / ha pour la saison sèche et 6425 m³ /ha pour la saison d'hivernage.

3.2. Besoins en eau d'irrigation

L'estimation des besoins en eau du riz a été faite suivant les normes standards du logiciel Cropwat 8.0. Les tableaux 9 et 10 évaluent les besoins en eau d'irrigation du riz des deux campagnes de culture en Saison Sèche (tableau 9) et en Saison Humide (tableau 10) dans le périmètre de Saga

Tableau 9 : Besoins en eau d'irrigation du riz en Saison sèche sur le périmètre de Saga

	Unité	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Total
Evapotranspiration de Référence(ET₀)	mm	357,1	346,5	367,4	386,9	504,5	489,5	494,8	2946,7
Coefficient cultural (Kc)	-	0,8	0,9	1,0	1,2	1,2	1,0	0,9	
Besoin en Eau (ETcult. = Kc x ET₀)	mm	285,68	311,85	367,4	464,28	605,4	489,5	445,32	2979,43
Pré-irrigation (S) et mise en boue	mm	150	150	0	0	0	0	0	150
Infiltration (In) (1 mm /Jr sols argileux)	mm	10	10	10	10	10	10	10	10
Besoin en Eau total (ETcult. + S + In)	mm	445,68	471,85	377,4	474,28	615,4	490,5	455,32	3330,43
Pluie décadaire moyenne (P)	mm	0	0	0	0	0	0	0	0
Coefficient d'efficace de pluie (er)	-	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0,6	0.6
Pluie efficace (Pe = P x er)	mm	0	0	0	0	0	0	0	0
Besoin Net en Eau d'Irrigation (I Net = ETcult. + S + In - Pe)	mm	445,68	471,85	377,4	474,28	615,4	490,5	455,32	3330,43
Efficience du Système d'Irrigation (ep)	-	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
Besoin Brut en Eau d'Irrigation (I brut = Inet / ep)	mm	619	655,34	524,16	658,72	896,38	681,25	632,35	4367,2
Besoin Brut en eau d'irrigation en m3 /ha	m ³ / ha	2315,26	2288,43	2026,08	2470,98	3249,6	2653,57	2494,64	17498

Du tableau 9, les besoins totaux en irrigation pour la culture du riz s'élèvent à 17498 m³ /ha. Ainsi ; le besoin en eau d'irrigation pendant la saison sèche se traduisant par un volume total de 4 913 088 m³ d'eau sur une superficie 280,78 ha.

Tableau 10 : Besoins en eau d'irrigation du riz en Saison Hivernale sur le périmètre de Saga de Niamey

	Unité	Juin	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc.	Total
Evapotranspiration de Référence (ET₀)	mm	399,6	164,3	245,7	269,5	367,4	357,1	346,5	2150,1
Coefficient cultural (Kc)	-	0,9	0,9	1,0	1,2	1,2	1,0	0,6	
Besoin en Eau (ETcult. = Kc x ET₀)	mm	359,64	147,87	245,7	323,4	440,88	357,1	207,9	2082,49
Pré-irrigation (S) et mise en boue	mm	100	100	0	0	0	0	0	100
Infiltration (In) (1 mm/jr sur sols argileux)	mm	10	10	10	10	10	10	10	10
Besoin en Eau total (ETcult. + S + In)	mm	469,64	257,87	255,7	333,4	450,88	367,1	217,9	2352,49
Pluie décadaire moyenne (P)	mm	43,2	172,7	177,4	50,9	0	0	0	444,2
Coefficient d'efficience de pluie (er)	-	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Pluie efficace (Pe=P x er)	mm	34,56	138,16	141,92	40,72	0	0	0	355,36
Besoin Net en Eau d'Irrigation	mm	435,08	119,71	113,78	292,68	450,88	367,1	217,9	1997,13
(I net=ETcult. + S + In - Pe)									
Efficience du Système d'Irrigation (ep)	-	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
Besoin Brut en Eau d'Irrigation	mm	604,27	166,26	158,02	406,5	626,22	509,86	302,63	2773,76
(I brut = Inet / ep)									
Besoin Brut en m³ /ha	m ³ / ha	2458,41	1279,29	1350,74	1729,82	2348,98	1970,78	1304,95	12439

L'analyse du tableau 10 montre que les besoins totaux en irrigation pour la culture du riz s'élèvent à 12439 m³ /ha. Ainsi, le besoin en eau d'irrigation pour la saison humide se traduisant par un volume total de 4 624 944 m³ d'eau sur une superficie mise en valeur de 371,81 ha.

3.3. Taux de satisfaction des besoins (TSB)

A partir des résultats obtenus en sus pour les volumes d'eau pompés et les besoins en eau d'irrigation, sont calculés les taux de satisfaction des besoins en eau du riz par saison pour le périmètre rizicole de Saga. La Figure 2 montre le taux de satisfaction des besoins en eau mobilisée selon les saisons de culture.

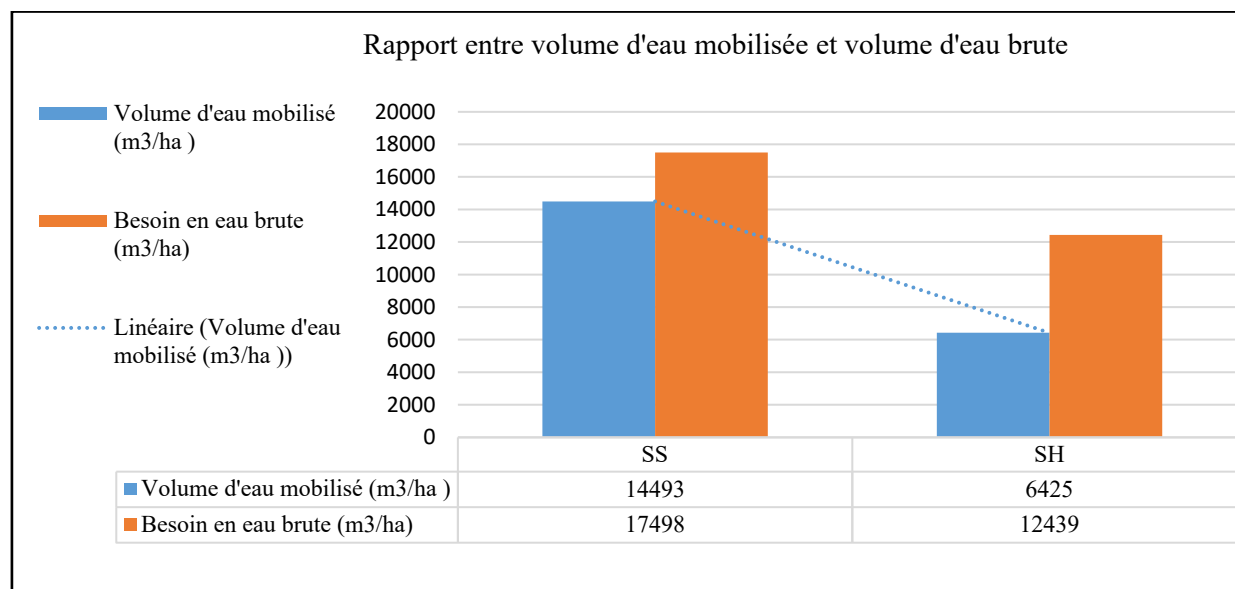


Figure 2 : Taux de satisfaction des besoins en eau sur le périmètre de Saga en saison sèche et saison hivernage de 2020-2021.

La couverture moyenne en eau de la zone est estimée à 82% pour la riziculture de saison sèche et à 51% pour la riziculture de saison pluvieuse. La figure 2 montre que la quantité d'eau apportée autour de Saga ne répond pas à la demande en eau pour le riz cultivé pendant la campagne.

3.4. Récapitulatif des indicateurs de performances du périmètre irrigué de Saga

La performance du périmètre a été analysée en s'appuyant sur les indicateurs de performance (tableau 4) cité ci-dessus. Dans le tableau 11 sont résumés les résultats synthétiques.

Tableau 11 : Données synthétiques de la performance du périmètre de Saga par saison.

Paramètre	Taux (%)	
	Saison Sèche	Saison Hivernage
Indicateur de performance		
Taux d'intensification agricole	73%	97%
Taux de satisfaction des cultures	82%	51%
Efficience agronomique de l'eau d'irrigation	45Kg/m ³	116Kg/m ³

Le tableau 11 montre de faibles niveaux de fluctuations des taux de renforcement agricole, avec une couverture estimée à 73% pendant la saison sèche et une couverture de la demande en eau d'irrigation de 82%, directement à 97% pendant la campagne. Réalisable avec un taux de couverture de la demande en eau d'irrigation de 51% en campagne d'hivernage. Les valeurs d'efficacité

agricole (Ea) de l'eau d'irrigation pour toutes les cultures sont faibles. En effet, en campagne de saison sèche, la production de riz/eau est de 0,45 kg/m³ (contre 1,16 kg/m³ en saison des pluies).

IV. DISCUSSION

Les modes de gestion de l'eau, le statut d'occupation et le respect des règles sont des mécanismes mis en place pour assurer une bonne gestion de l'eau. Comme le souligne [17] Carr (2014), une irrigation réussie dépend de la capacité à distribuer la bonne quantité d'eau sur une large zone et aussi uniformément que possible au bon moment. Cette étude montre que la quantité d'eau apportée autour de Saga répond à la demande en eau pour le riz qui n'a été cultivé dans aucune des campagnes. La couverture moyenne du périmètre est de 82% pour la riziculture de saison sèche et de 51% pour la riziculture de saison pluvieuse. Ces résultats s'expliquent par l'utilisation de courants faibles dans le secteur de la distribution gravitaire, responsable des pertes importantes. Manque de maîtrise des techniques d'irrigation. Cela reflète la principale raison de la faible couverture de la demande en eau. Cette corrélation significative a été confirmée par [18] cité par [15] sur le périmètre de Saga, montrent que la demande en eau n'est pas satisfaite à partir de la satisfaction calculée pour les différentes saisons rizicoles (saisons sèche et pluvieuse), sauf pour la pépinière. Le gaspillage d'eau très élevé est également élevé en hiver. Une étude similaire faite par [19] cité par [15] sur le périmètre de Karma au Niger, montre des valeurs de TSB très élevées en hiver, contrairement à la frontière Karaïgorou-Saga. La quantité d'eau de pompage et d'irrigation requise autour de Karma sera de 225 %, 188 % et 174 % pour la culture du riz pendant la saison sèche de 2008, en saison d'hivernage 2008 et en saison sèche 2009 respectivement. L'écoulement de l'eau entre producteurs d'une même zone semble être la situation générale dans toutes les zones couramment irriguées du Niger. Cela soutient l'hypothèse selon laquelle le manque d'entretien des conduits et la présence de mauvaises herbes sur le sol et les murs peuvent également contribuer à la satisfaction. Cette distribution peut être considérée comme chaotique et ne tient pas nécessairement compte de la demande en eau des usines existantes. Cela a également été démontré par [20] à travers des expériences autour de trois irrigations au Maroc. Aussi, [21] souligne que la perte dépend de l'état du canal ou du conduit qui permet le transport de l'eau de la source d'eau à la ferme. Cette étude montre tous les indicateurs de performance calculables dans la gamme Saga, et quelques niveaux faibles de ces indicateurs de performance par rapport aux valeurs des indicateurs de référence. Le tableau 4 montre que la volatilité du taux de renforcement agricole est faible, 73%, et évolue linéairement jusqu'à atteindre 97% pendant la campagne d'hiver. La couverture moyenne de la demande en eau d'irrigation était d'environ 82 % en saison sèche contre 51 % en hiver. D'autre part, l'analyse de l'efficacité agricole de l'eau d'irrigation (Ea) pour toutes les cultures a montré une productivité de 0,45 kg/m³ en campagne de saison sèche et de 1,16 kg/m³ en campagne de saison humide. Les mêmes observations ont été rapportées par [22] sur leur contribution à l'évaluation des performances de Ras Jbel autour de l'irrigation. Dans cette enquête, 10 % des producteurs mettent en avant la question de l'équité entre les opérateurs dans la gestion de l'eau du territoire. Au lieu de la quantité d'eau d'irrigation requise, 13 % seraient insatisfaits du temps d'irrigation et 33 % seraient désavantagés en termes de pression et de débit au terminal d'irrigation. Cette faible productivité de l'eau peut être justifiée par un mauvais volume d'apport d'eau à la parcelle et un mauvais moment pendant le cycle de récolte [2]. Selon [23], ces résultats reflètent également l'effet positif de l'amélioration des performances des installations et de la gestion de l'eau en augmentant la capacité des producteurs et en fournissant des calendriers d'irrigation adéquats. Pour [24], plus la superficie est grande, plus l'investissement dans de bonnes pratiques agricoles est important. Les résultats de plusieurs auteurs, notamment de [25] ; [26] ; [27] ; [28] ont constaté que l'eau potentiellement conservée augmentait la superficie irriguée, même si une meilleure efficacité était supposée. Cultures qui demandent plus d'eau. La mesure de l'efficacité de la technologie fournit des informations utiles sur la compétitivité de l'exploitation agricole et son potentiel d'augmentation de la productivité au niveau des ressources et de la technologie existantes [29]. Comme rapporté par [30], l'efficacité technique fait référence aux capacités opérationnelles qui évitent le gaspillage en gérant correctement les ressources disponibles. La performance des périmètres irrigués est définie par la mesure dans laquelle l'organisation de fabrication ou de service répond aux besoins de l'utilisateur et l'efficacité avec laquelle les ressources mises à la disposition de l'utilisateur sont utilisées. Par conséquent, cet ensemble d'indicateurs de performance agit comme un système d'alerte périmétrique, vous permettant d'intervenir avant qu'il ne soit trop tard. En surveillant correctement cet ensemble d'indicateurs de performance, vous pouvez corriger les éventuelles anomalies ou tendances négatives observées dans le fonctionnement du système d'irrigation Saga.

V. CONCLUSION

Cette étude a permis d'évaluer les performances hydrauliques de l'Aménagement Agricole Saga Hydro. En conséquence, la demande en eau pour les cultures n'a été satisfaite dans aucune des campagnes, avec une couverture moyenne en riz de saison sèche d'environ 82 % et une couverture moyenne en riz d'hiver de 51 %. La satisfaction calculée s'écarte de la valeur de référence (100 %) pour une raison partiellement combinée. Cela comprend le niveau d'eau devant la station de pompage, le temps de pompage et le nombre de pompes en fonctionnement, en fonction de la zone d'application. Ce résultat affecte plusieurs indicateurs de performance, notamment le renforcement de l'agriculture. Il reste faible à un taux de déclin linéaire de 73% à 97%. Une attention particulière devrait être accordée aux principaux moteurs de la riziculture irriguée, de l'efficacité de l'irrigation et de la productivité de l'eau. Ainsi, la poursuite des recherches devrait permettre de corriger ces lacunes, d'utiliser efficacement les ressources en eau pour une exploitation efficiente du périmètre.

VI. REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient particulièrement le Directeur du périmètre de Saga et les différents Chefs des Groupements Mutualistes de Production (GMP) pour la collaboration dans la collecte des données au cours des sorties de terrain.

REFERENCES

- [1] Troy, B. (2013). Gestion de l'eau agricole et sécurité alimentaire : de nouveaux défis pour les pays en développement. Fondation FARM, 43 - 64.
- [2] N'Guessan, K.J.Y., Adahi, B., Yessoh, M.J.M., Konan-Waidhet, A.B., Sugiyama, H. et Assidjo, N.E. (2019). Performance des périmètres hydroagricoles : cas du perimetre rizicole irrigue de nanan (yamoussoukro, cote d'ivoire). *Agronomie africaine* 31 (3) : 273 – 284.
- [3] Masih, I., Maskey, S., Mussá, F.E.F. et Trambauer, P. (2014). A review of droughts on the African continent: a geospatial and long-term perspective. *Hydrology and Earth System Sciences*, 18(9), 3635-3649.
- [4] Lienou, G., Mahe G., Piih, S. L., Sighomnou, D., Paturel, J.E. et Bamba, F. (2014). L'aménagement des barrages de retenue d'eau, une stratégie d'adaptation à la sécheresse dans le bassin du fleuve Niger ? Dans *Hydrology in a Changing World: Environmental and Human Dimensions* (p. 197-202). Récupéré de <https://iahs.info/uploads/dms/16590.37-197-202-363-74-Paper-54--Lienou-et-al.pdf>
- [5] Pale, S. et DA, D.E.C. (2016). Traditional Lowlands Water Management in Dano, South-Western Burkina Faso. *Journal of Water Resource and Protection*, 8 : 425-434.
- [6] Abdoulaye, T.A. (2020). Pauvreté, insécurité alimentaire et vulnérabilité des ménages agricoles dans un système d'irrigation à grande échelle : Le cas du périmètre irrigué de Bagré au Burkina Faso, thèse de doctorat à l'Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement (AgroParisTech), 330 p.
- [7] Mossi Maïga, I., Haougui, A., Amadou, M., Illa Amirou, S., Salifou, A., Amadou Moussa, S. et Younoussa, I. (2017). Diagnostic participatif rapide : évaluation du fonctionnement des périmètres irrigués de Daïbéry et de Galmi au Niger, *Journal of Animal et Plant Sciences*, 34 (2) : 5467-5481.
- [8] Shishido, K. (2019). Étude préparatoire pour le Projet de renforcement de la capacité de l'Office National des Aménagements Hydro-Agricoles pour le développement de la riziculture irriguée en République du Niger, 159 p.
- [9] Sido, A., Saminou, E., Hassane, A., Mossi Maïga, I., Maï Alimi, O., Yacouba I., Bouzou A., Hassane M., Baye, I. et Seyni, I. (2015). Etat des lieux de la riziculture au Niger. Niamey, Ministère de l'agriculture/ PPAAO-WAAPP-WAAPP. 92pp.
- [10] Gaya, I.Y., Mossi Maïga, I., Idi A. et haougui, A. (2018). Analyse de la variabilité des rendements du riz selon les variétés et les pratiques culturales : cas des périmètres irrigués de toula, Bonféba et de Diomona au Niger, *African crop science journal*, 26(1) : 19 – 35.
- [11] Bahari, I.M., Ibrahim, B.M., et Oumarou, F.M. (2018). Évolution des caractéristiques pluviométriques et recrudescence des inondations dans les localités riveraines du fleuve Niger, *Vertigo-la revue électronique en sciences de l'environnement* [En

ligne], Regards/mis en ligne le 25 mai 2015, consulté le 13 Mai 2022 .URL : <http://journal.openedition.org/vertigo/19891> ; DOI : <http://doi.org/10.4000/vertigo.1989>

[12] **Mossi Maïga, I. (2005)**. La gestion collective des systèmes irrigués : cas des AHA rizicoles dans la vallée du fleuve Niger au Niger. DEA, Université Toulouse le Mirail (UTM) ; 408 P.

[13] **Namata Issa, M. (2012)**. Gestion sociale et diagnostic des infrastructures de distribution de l'eau sur le périmètre rizicole de Saga. Mémoire de fin d'études de Master Spécialisé, Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2IE), 65 p.

[14] **Institut International du Management de l'Irrigation (IIMI). (1997)**. Diagnostic et analyse de performances du perimetre irrigue de kourani-baria II (PMI-N). Niamey/NIGER 59p.

[15] **Mossi Maïg, I., Adamou, M., Alou Himadou, A. et Malam Harouna, S. (2016)**. Evaluation de la gestion de l'eau à partir de l'indice d'équité et du taux de satisfaction en eau d'irrigation : cas du périmètre rizicole de Karaïgorou au Niger. International Journal of Innovation and Applied Studies (IJIAS), 18(4) : 1300-1308.

1.1 [16] Louhichi, K., Kanellopoulos, A., Janssen, S., Flichman, G., Blanco, M., Hengsdijk, H., Heckeley, T., Berentsen, P., Lansink, A.O., et Van Ittersum, M. (2010). FSSIM, a bio-economic farm model for simulating the response of EU farming systems to agricultural and environmental policies. *Agricultural Systems*, 103 (8) : 585-597.

[17] **Carr, A. (2014)**. The evidence-base for family therapy and systemic interventions for child-focused problems. *Journal of Family Therapy*. 36 (2), 107-157.

[18] **Moulaye, A., Almadjir, R., et Maman, L. (1993a)**. Rapport du diagnostic approfondi du périmètre rizicole de Saga. Niamey, PMI-IMMI, 138p.

[19] **Ibrahim, A. (2009)**. Gestion de la ressource en eau sur le périmètre irrigué de karma : état des lieux et perspective. Niamey, 2ie, 52p.

[20] **Bakache, M. (2017)**. Contribution à l'amélioration de l'efficacité de l'irrigation dans les seguias en terre dans les périmètres de Petite et Moyenne Hydraulique au Maroc. *Rev. Mar. de Sci. Agro et Vét.* 5 (1) : 13 - 22.

[21] **Bhourî Khila, S., Douh, B., M'guidiche, A. et Boujelben, A. (2015)**. Synthèse des principaux indicateurs de performance des systèmes irrigués. *Larhyss Journal*, 24 : 263 - 279.

[22] **Ferchichi, I. (2012)**. Contribution à l'évaluation des performances du périmètre irrigué de Ras Jbel. Tunis, Carthage, CIRADINAT-Université de Carthage, 165p.

[23] **Kambou, D. (2019)**. Évaluation des performances techniques de l'irrigation au Burkina Faso, thèse de doctorat en sciences agronomiques et ingénierie biologique, à université de liège - Gembloux agro – bio tech, 190 p.

[24] **Kpadenou, C.C., Tama, C., Dado Tossou, B. et Afouda, Yabi, J.A. (2019)**. Déterminants socio-économiques de l'adoption des pratiques agro-écologique en production maraîchère dans la vallée du Niger au Bénin, *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 13(7) : 3103-3118.

[25] **Lopez-Gunn, E., Zorrilla, P., Prieto, F. et Llamas, M.R. (2012)**. Lost in Translation? Water Efficiency in Spanish Agriculture." *Agricultural Water Management* 108 (0): 83–95.

[26] **Batchelor, C., Reddy, V.R., Linstead, C., Dhar, M., Roy, S. et May, R. (2014)**. Do Water-saving Technologies Improve Environmental Flows? *Journal of Hydrology* 518, Part A: 140 – 149.

[27] **Berbel, J. et Mateos, L. (2014)**. Does Investment in Irrigation Technology Necessarily Generate Rebound Effects? A Simulation Analysis Based on an Agro-economic Model." *Agricultural Systems* 128: 25 – 34.

[28] **Pfeiffer, L. et Lin, C.-Y.C. (2014)**. Does Efficient Irrigation Technology Lead to Reduced Groundwater Extraction? Empirical Evidence." *Journal of Environmental Economics and Management* 67 (2): 189– 208.

[29] **Otieno, D.J. et Lionel, H. (2012)**. Determinants of Technical Efficiency in Beef Cattle Production in Kenya." *International Association of Agricultural Economists (IAAE) Triennial Conference, Foz do Iguacu, Brazil*, 18–24.

[30] Ghali, M., Daniel, K., Colson, F. et Latruffe, L. (2014). Diagnostic de l'efficacité technique des exploitations agricoles françaises : une analyse de l'efficacité d'utilisation des ressources énergétiques et exploration des déterminants relevant des pratiques agricoles.p.29.