



## Influence des modes de gestion de l'eau et de la fumure minérale sur quelques paramètres chimiques du sol et le rendement du riz à la Vallée du Kou au Burkina Faso.

### RÉSUMÉ

*Objectifs* : La riziculture irriguée est l'un des systèmes intensifs de production du riz au Burkina Faso. Plusieurs pratiques culturales suivant la recommandation des instituts de recherches sont aujourd'hui rencontrées ; cependant très peu d'informations existent sur leurs impacts à court, moyen et longs termes sur l'évolution du système sol-plante.

*Méthodologie et résultats* : Les effets de l'irrigation et assèchement alternatif (IAA) et de la fumure minérale sur les paramètres chimiques du sol et les performances agronomiques du riz ont été évalués sur la plaine irriguée de la Vallée du Kou au Burkina Faso. Les résultats ont montré une tendance à l'acidification avec l'irrigation conventionnelle combinée à une fertilisation inadéquate. Les différents modes de gestion de l'eau n'ont pas affecté les performances agronomiques du riz. Par contre, pour la fertilisation minérale, il y'a eu un effet significatif avec une tendance au maintien du rendement paddy avec deux fois moins d'engrais utilisés sous forme d'urée super granulé (USG).

*Conclusion et application des résultats* : La gestion alternative de l'eau à la parcelle à travers l'IAA utilisant deux fois moins d'eau pourrait constituer une réponse à la raréfaction des ressources en eau d'autant plus qu'elle permet de conserver les performances agronomiques du riz malgré les faibles quantités d'eau d'irrigation utilisées. En saison sèche, une superficie importante actuellement abandonnée pour insuffisance d'eau pourrait de nouveau être exploitée. Aussi, pour l'amélioration de la productivité du riz, l'utilisation de l'urée super granulé pourrait contribuer efficacement au maintien voire à l'augmentation des rendements paddy du riz. Son utilisation à grande échelle par les producteurs procure un double avantage en l'occurrence la réduction des quantités d'engrais utilisés tout en améliorant les rendements du riz. Dans le but d'anticiper les futurs changements induits par les systèmes de production dans les périmètres rizicoles, le suivi de l'évolution du système sous l'influence des pratiques actuelles, pourrait contribuer efficacement à une gestion durable des terres.

**Mots clés** : Efficience des nutriments, irrigation intermittente, fertilité des sols, riziculture intensive, Burkina Faso.

## Influence of water and mineral fertilizer management on some soil chemical parameters and rice yield in the Kou Valley, Burkina Faso

### ABSTRACT

*Objectives:* Irrigated rice is one of the intensive rice production systems in Burkina Faso. Several cultural practices following the research recommendations are nowadays practiced by farmers. However, very little information exists on their short, and long-term impacts on the evolution of the soil-plant system.

*Methodology and results:* The effects of irrigation and alternative drainage (IAD) and mineral fertilizer on soil chemical parameters and agronomic performance of rice were evaluated on the irrigated plain of the Kou Valley in Burkina Faso. The results showed a tendency toward acidification with conventional irrigation combined with inadequate fertilization. The different water management methods did not affect the agronomic performance of the rice. However, for mineral fertilization, there was a significant effect with a tendency to maintain paddy yields with half the amount of fertilizer used in the form of super granular urea (SGU).

*Conclusion and application of findings:* The alternative water management at plot level through AWD with half water could constitute a response to water scarcity, due to its effect on rice agronomic performance despite the low amounts of irrigation water used. In the dry season, a large area currently abandoned due to insufficient water could again be exploited. Also, for the improvement of rice productivity, the use of urea super granule could contribute effectively. Its large-scale use by farmers provides a dual benefit of reducing the amounts of fertilizer used while improving rice yields. With the aim of anticipating future changes induced by rice production systems, monitoring the evolution of the system under the influence of current practices could effectively contribute to sustainable land management.

**Keywords.** Nutrient efficiency, Alternate wetting and drying, soil fertility, Intensive rice, Burkina Faso.

### INTRODUCTION

Le riz est de plus en plus une culture stratégique pour l'atteinte de la sécurité alimentaire des populations surtout dans les pays en voie de développement comme le Burkina Faso. Depuis la crise alimentaire survenue en 2008, plusieurs efforts sont consentis pour booster la production nationale en riz avec cependant un intérêt prononcé sur l'expansion des superficies emblavées (80 156 ha en 2009 pour 160 949 ha en 2019). La production nationale passait donc de 195 102 tonnes en 2009 à 350 392 tonnes en 2019 (INSD, 2020). Malheureusement cette augmentation n'est pas liée à celle du rendement qui a presque stagné au cours de la même période avec une moyenne de 2 tonnes/ha (Tanaka *et al.*, 2017). Pourtant le rendement potentiel des variétés est estimé à

plus de 7 tonnes/ha (Saito *et al.*, 2017). Plusieurs facteurs sont en cause parmi lesquels les mauvaises pratiques de gestion de la culture et de la fertilité des sols qui accélèrent la dégradation des terres naturellement pauvres (Senthilkumar *et al.*, 2020). Aussi le riz est actuellement cultivé dans un contexte de fortes variabilités climatiques qui entraînent la raréfaction des ressources en eau et affectent négativement la production même dans les périmètres aménagés. Dans un tel contexte, des technologies émergentes comme l'irrigation et l'assèchement alternatif utilisant moins d'eau pour la production sont de plus en plus pratiquées. Ces technologies semblent montrer leur efficacité dans le maintien voire l'augmentation du rendement en riziculture irriguée mais leurs effets sur les paramètres

chimiques du sol restent mal élucidés. L'environnement de production irriguée est aussi caractérisé par l'utilisation exclusive d'engrais minéraux quand bien même que l'association avec la fumure organique dans un contexte de gestion intégrée de la fertilité des sols a prouvé son efficacité. Les engrais minéraux sont très souvent utilisés avec moins d'efficacité (Yameogo *et al.*, 2013 ; Tsujimoto *et al.*, 2019) associé à plusieurs formes de pertes (Bandaogo *et al.*, 2018). Récemment, le placement profond de l'urée sous la forme de super granule (USG) nourrissant quatre plants de riz s'est avéré efficient en terme d'augmentation de la productivité du riz et l'efficacité d'utilisation de l'azote (Yao *et al.*, 2018 ; Faye *et al.*, 2020). Parmi les conditions d'efficacité de l'USG, figure le maintien d'une forte humidité constante pouvant permettre à l'azote de l'urée de diffuser à travers le profil

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

**Matériel d'étude :** L'étude a été conduite au cours de la saison humide 2018, dans le périmètre rizicole irrigué de la Vallée du Kou (VDK) (11°22' latitude Nord, 04°22' longitude Ouest). Le climat est du type Sud Soudanien. Au cours de l'année 2018, la VDK a enregistré un cumul pluviométrique de 1 168 mm avec des températures variant de 23°C en Décembre à 30,7°C en Mai. Le périmètre est installé sur des sols hydromorphes minéraux à pseudogley sur matériaux à texture variée. L'étude a été réalisée sur un sol de texture limoneux-argileuse avec un taux de matière organique inférieur à 2% et une faible teneur en éléments minéraux majeurs. Le matériel végétal est constitué de deux variétés de riz couramment utilisées par les producteurs de la Vallée de Kou. Il s'agit des variétés FKR 84 et FKR 64. La FKR 84 avec un cycle de 100 jours est une variété de riz parfumé avec un rendement potentiel de 6,5 t/ha (Konaté *et al.*, 2018). La FKR 64 a un cycle relativement plus long de 120 jours avec un rendement potentiel pouvant atteindre 8 à 10 t/ha (Konaté *et al.*,

racinaire du riz. Dans un contexte de production avec économie d'eau impliquant une alternance d'assèchement et d'irrigation, il s'avère très important d'analyser l'effet de cette interaction qui reste très peu étudiée. Pour une amélioration durable des systèmes de culture à base de riz et celle du riz irrigué en particulier, il apparaît urgent d'approfondir les connaissances sur les effets et l'impact des technologies développées en milieu paysan sur l'évolution du système sol-plante. Ces connaissances permettront à terme d'anticiper sur d'éventuels changements pouvant impacter négativement le système à long termes. La présente étude a pour objectif d'analyser les impacts à court terme de l'irrigation et assèchement alternatif combinés à plusieurs modes de fertilisation du riz rencontrés en milieu paysan sur les paramètres chimiques du sol et les performances agronomiques du RIZ.

2016). Les engrais minéraux utilisés sont constitués de NPK (14-23-14), de l'urée perlée et l'urée super granulée (USG) à 46% d'azote. Les granules utilisés avaient un poids de 1,8 g.

**Dispositif expérimental :** Le dispositif expérimental utilisé est un split plots en trois répétitions. Trois facteurs sont étudiés à savoir les variétés (2 niveaux), la fumure minérale (4 niveaux) et la gestion de l'eau (2 niveaux). Les parcelles principales sont constituées par les variétés, et les niveaux de fumure minérale sont disposés en parcelles secondaires. Les deux facteurs (variétés, fumures) sont répétés dans deux blocs différents, constituant la gestion de l'eau. Les parcelles élémentaires ont une superficie de 7 m<sup>2</sup> soit 3,5 m x 2 m.

La gestion de la fumure minérale est composée de quatre traitements incluant un témoin sans fertilisation, une dose de fumure minérale sous-optimale (100 kg/ha de NPK + 100 kg/ha d'urée), une dose recommandée de fumure minérale (200 kg/ha de NPK + 150 kg/ha d'urée) et un traitement constitué par la technologie du placement profond de l'urée

super granulée (200 kg/ha de NPK + 72 kg/ha d'USG). Quant à la gestion de l'eau, elle comprend deux modes. Il s'agit premièrement de l'irrigation conventionnelle avec une lame d'eau permanente de 2 à 5 m tout au long du cycle de développement du riz. Le second traitement était représenté par la méthode d'IAA. Pour ce mode de gestion de l'eau, des tubes PVC sont placés dans le champ et l'irrigation est déclenchée lorsque l'eau d'irrigation descend entre 15 et 30 cm du sol.

**Conduite de la culture :** Le riz a été repiqué à un plant par poquet à une densité de 25 cm x 25 cm avec des plants âgés de 15 jours en pépinière. Le NPK a été apporté en fumure de fond en une seule application. Quant à l'urée perlée, la dose correspondante à chaque traitement a été appliquée en deux fractions, dont 1/3 en début tallage soit 15 jours après le repiquage (JAR) et 2/3 à l'initiation paniculaire. L'urée super granulée a été appliquée entre 4 plants de riz à 10 JAR.

**Paramètres agronomiques et analyse de sol :** A la récolte du riz, l'échantillonnage du sol a concerné toutes les parcelles élémentaires suivant les traitements. Les échantillons ont été analysés au laboratoire sol-eau-plante du programme gestion des ressources naturelles / système de production à la station de recherche de l'INERA sis à Farako-Bâ. Les analyses de sol ont concerné les éléments tels que le pH eau mesuré à l'aide de pH-mètre électronique selon la norme internationale ISO 10390, le carbone

suivant la méthode de Walkley-Black (1934), l'azote et le phosphore total par minéralisation suivant la méthode Kjeldahl, le phosphore assimilable suivant la méthode Bray 1 (Bray et Kurtz, 1945) ainsi que le potassium disponible déterminé au photomètre à flamme (Walinga *et al.*, 1989). Quant aux paramètres agronomiques mesurés, ils ont concerné le nombre de talles (à 40 et 60 JAR) et de panicules par m<sup>2</sup> évalué sur deux carrés différents par parcelle élémentaire, la hauteur des plantes à la maturité, ainsi que le rendement paddy et paille. Pour l'évaluation du rendement, la parcelle utile a été considérée en laissant deux lignes de bordure. Le taux d'humidité fut enregistré au pesage et le rendement corrigé à 14% d'humidité à l'aide du facteur de correction.

**Analyse des données :** Les données ont été analysées à l'aide des logiciels, SPSS version 23. Elles ont été d'abord soumises à un test de normalité afin d'améliorer la qualité et de définir le type d'analyse. Les paramètres mesurés ont fait l'objet d'une analyse de variance (ANOVA). Les effets des facteurs principaux et leurs interactions sur les paramètres physico-chimiques du sol et agronomiques du riz ont été étudiés. Les moyennes ont été séparées par le test de Student-Newman-Keuls lorsque l'analyse de variance présentait des différences significatives au seuil de 5%.

## RÉSULTATS

**Influences des traitements sur quelques paramètres chimiques du sol :** L'analyse montre une interaction significative entre les modes de gestions de l'eau et la fertilisation minérale sur le pH eau ( $P < 0,0001$ ) et le potassium disponible ( $P = 0,02$ ) (Tableau 1). Pour le pH eau, deux groupes significativement différents ressortent des différentes combinaisons. Les parcelles sous IAA sans fertilisation, celles sous irrigation conventionnelle fertilisées avec la dose

recommandée, celles sous IAA fertilisées avec l'USG, ainsi que celles fertilisées avec la dose sous optimale ont un pH variant de 6,60 à 6,84 et significativement supérieur à celui des parcelles sous irrigation conventionnelle sans fertilisation, fertilisées avec la dose sous optimale et recommandée ainsi que les parcelles sous IAA fertilisées avec la dose recommandée avec un pH variant de 6,23 à 6,30. Pour le K disponible deux groupes significativement différents sont observés. Le

groupe formé par les parcelles sous irrigation conventionnelle sans fertilisation accumule 52,18 mg/kg de K disponible significativement

supérieur au groupe homogène formé par les autres combinaisons avec des niveaux de K disponible variant de 30,8 à 37,6 mg/kg de sol.

**Tableau 1 :** Effet de l'interaction gestion de l'eau x fumure sur le pH eau et le K disponible

Traitements	pH eau	K disponible (mg/kg de sol)
IAA * F0	6,84 <sup>a</sup>	35,98 <sup>b</sup>
IC * F3	6,73 <sup>a</sup>	32,84 <sup>b</sup>
IAA * F1	6,68 <sup>a</sup>	34,32 <sup>b</sup>
IAA * F2	6,60 <sup>a</sup>	37,63 <sup>b</sup>
IC * F0	6,30 <sup>b</sup>	52,18 <sup>a</sup>
IAA * F3	6,27 <sup>b</sup>	35,98 <sup>b</sup>
IC * F1	6,26 <sup>b</sup>	30,85 <sup>b</sup>
IC * F2	6,23 <sup>b</sup>	34,65 <sup>b</sup>
Probabilité	< 0,0001	0,024
Signification	THS	S

NB : Les moyennes affectées d'une même lettre dans une même colonne ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% par le test de Student-Newman-Keuls. IAA = Irrigation et Assèchement Alternatif, IC = Irrigation Conventionnelle, F1 = PPU (200 kg/ha de NPK + 72 kg/ha d'urée super granulé), F2=Dose sous optimale (100 kg/ha de NPK + 100 kg/ha d'urée simple), F3 = Dose recommandée (200 kg/ha de NPK + 150 kg/ha d'urée simple)

Quant à l'effet des facteurs principaux, il a été seulement significatif avec la gestion de l'eau sur le P total et assimilable, ainsi que le K total (Tableau 2). En effet, des valeurs significativement plus élevées sont observées avec la méthode IAA sur le phosphore total et assimilable avec respectivement 176 et 2,25 mg/kg de sol. En ce qui concerne le potassium total, ce sont les parcelles sous irrigation conventionnelle qui enregistrent des valeurs plus élevées avec en moyenne 1412 mg/kg de sol. La gestion de l'eau n'a pas influencé le taux de matière organique du sol, le carbone

total ainsi que l'azote total. Les différentes pratiques de fertilisation minérale quant à elles, n'ont eu d'effets significatifs que sur le K disponible. En effet, ce sont sur les parcelles non fertilisées que les fortes concentrations de K disponible ont été enregistrées à la récolte avec 44 mg/kg de sol. Les parcelles sous fertilisation PPU, dose sous-optimale et dose recommandée ne diffèrent pas entre elles en termes de concentration en K disponible. Elles sont respectivement de 32, 36 et 34 mg/kg de sol.

**Tableau 2 :** Effet des traitements sur quelques paramètres chimiques du sol (profondeur 0-40cm)

Facteurs	Traitements	MO (%)	N-total (%)	P-total (mg/kg)	Pass (mg/kg)	K total (mg/kg)
Gestion de l'eau	IC	1,21	0,06	166 <sup>b</sup>	1,93 <sup>b</sup>	1412 <sup>a</sup>
	IAA	1,30	0,06	176 <sup>a</sup>	2,25 <sup>a</sup>	1339 <sup>b</sup>
	Probabilité	0,08	0,35	<0,005	<0,05	<0,05
	Significatio n	NS	NS	S	S	S
Fumures (kg/ha)	Témoin	1,18	0,06	175	1,76 <sup>b</sup>	1357
	F1	1,22	0,06	167	2,37 <sup>a</sup>	1353
	F2	1,32	0,06	173	1,88 <sup>b</sup>	1378
	F3	1,28	0,06	170	2,36 <sup>a</sup>	1415
	Probabilité	0,22	0,41	0,63	<0,001	0,56
	Significatio n	NS	NS	NS	HS	NS

NB : Les moyennes affectées d'une même lettre dans une même colonne ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% par le test de Student-Newman-Keuls. IAA = Irrigation et Assèchement Alternatif, IC = Irrigation Conventiennelle, F1 = PPU (200 kg/ha de NPK + 72 kg/ha d'urée super granulé), F2=Dose sous optimale (100 kg/ha de NPK + 100 kg/ha d'urée simple), F3 = Dose recommandée (200 kg/ha de NPK + 150 kg/ha d'urée simple)

**Effet des traitements sur les paramètres agro morphologiques et le rendement du riz :** L'analyse de variance n'a pas montré d'interaction significative entre les facteurs étudiés. Les résultats de l'effet des facteurs principaux sont présentés dans le tableau 3. Les différents modes de gestion de l'eau n'ont pas différemment affecté le tallage du riz, la hauteur des plants à maturité, le nombre de panicules par m<sup>2</sup> ainsi que le rendement paddy. Il y'a eu une différence significative entre les variétés pour tous les paramètres agronomiques ( $P < 0,0001$ ). Du point de vue tallage et de leur productivité, la variété de riz FKR 84 est celle qui a obtenu les meilleures performances avec 208 talles et 199 panicules par m<sup>2</sup> contre 180 talles et 166 panicules /m<sup>2</sup> pour la variété FKR 64. Par contre, pour le rendement, c'est la variété FKR 64 qui a obtenu le meilleur rendement avec en moyenne 5 383 kg/ha contre 4 602 kg/ha pour la FKR 84. Tout comme les variétés, les différents modes de fertilisation minérale ont significativement affecté les performances agronomiques du riz ( $P < 0,0001$ ). Pour le tallage, les parcelles sous

fertilisation PPU ainsi que celles ayant reçues la dose de fertilisation suivant la recommandation avec respectivement 211 et 212 talles/m<sup>2</sup> ont obtenu un tallage supérieur à celles sous fertilisation sous-optimale (moyenne de 196 talles/m<sup>2</sup>). Les faibles tallages sont obtenus avec les parcelles sans fertilisation avec en moyenne 160 talles/m<sup>2</sup>. En ce qui concerne le nombre de panicules, tous les traitements ont différencié les uns des autres. Ce sont les parcelles fertilisées suivant la recommandation qui ont obtenu le plus grand nombre avec 208 panicule/m<sup>2</sup>, suivi des parcelles sous fertilisation PPU avec 195 panicules/m<sup>2</sup> et les parcelles sous fertilisation sous-optimale avec 181 panicules/m<sup>2</sup>. Les parcelles témoins sans fertilisation ont obtenu le plus petit nombre de panicules avec seulement 174 panicules/m<sup>2</sup>. En terme de rendement, trois groupes sont observés. Le premier groupe est formé par les parcelles sous fertilisation recommandé et sous PPU avec respectivement 5 458 et 5 398 kg de paddy par hectare. Ce groupe est significativement supérieur aux parcelles sous fertilisation sous-optimale avec 5 076 kg

de paddy par hectare. Les faibles rendements sont obtenus avec les parcelles sans

fertilisation avec 4 055 kg de paddy par hectare.

**Tableau 3** : Effet des traitements sur les performances agronomiques du riz

Facteurs	Traitements	Nombre de Talles par m <sup>2</sup>	Nombre de Panicule par m <sup>2</sup>	Rendement paddy (kg/ha)
Gestion de l'eau	Irrigation conventionnelle	197 ±2,550	181±2,11	5 026 ±51,19
	Irrigation AWD	191 ±2,595	184±2,15	4 954 ±52,09
	Probabilité	0,129	0,292	0,429
	Signification	NS	NS	NS
Variétés	FKR 64	180 <sup>a</sup> ±2,581	166 <sup>a</sup> ±2,14	5 383 <sup>b</sup> ±51,81
	FKR 84	208 <sup>b</sup> ±2,564	199 <sup>b</sup> ±2,12	4 602 <sup>a</sup> ±51,47
	Probabilité	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Signification	THS	THS	THS
Fumures	Témoin	160 <sup>a</sup> ±3,63	147 <sup>a</sup> ±3,005	4 055 <sup>a</sup> ±72,80
	NPK 200+ USG 72	211 <sup>c</sup> ±3,70	195 <sup>c</sup> ±3,07	5 398 <sup>c</sup> ±74,36
	NPK 100 + Urée 100	196 <sup>b</sup> ±3,55	181 <sup>b</sup> ±2,94	5 076 <sup>b</sup> ±71,20
	NPK 200+ Urée 150	212 <sup>c</sup> ±3,68	208 <sup>d</sup> ±3,04	5 458 <sup>c</sup> ±73,74
	Probabilité	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Signification	THS	THS	THS

NB : Les moyennes affectées d'une même lettre dans une même colonne ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% par le test de Student-Newman-Keuls. IAA = Irrigation et Assèchement Alternatif, IC = Irrigation Conventionnelle, F1 = PPU (200 kg/ha de NPK + 72 kg/ha d'urée super granulé), F2=Dose sous optimale (100 kg/ha de NPK + 100 kg/ha d'urée simple), F3 = Dose recommandée (200 kg/ha de NPK + 150 kg/ha d'urée simple), FKR = Farako-bâ Riz

## DISCUSSION

**Effet de la gestion de l'eau et de la fertilisation sur les paramètres chimiques du sol :** La gestion de l'eau a significativement affecté le pH avec une tendance à la baisse pour l'irrigation conventionnelle associée à la fertilisation minérale si la dose recommandée n'est pas appliquée. Cela serait dû au fait que le sol dans les conditions d'inondation régulière apporterait plus d'ions hydrogènes (H<sup>+</sup>) qui augmenteraient l'acidité du sol. Dans le sens contraire, l'IAA augmenterait l'alcalinité du sol avec des quantités plus réduites d'engrais utilisés. En effet, des études réalisées en laboratoires, auraient démontré

que le pH du sol diminuait avec une reprise de la nitrification (Haynes and Swift., 2006). Cette nitrification étant elle-même soumise à l'aération et l'humification alternative du sol comme l'ont démontré certaines études antérieures (Yameogo *et al.*, 2017). Cette variation des conditions du sol expliquerait donc la baisse significative du pH constatée dans la présente étude qui serait largement justifiée. Dans le même sens, Son *et al.* (2008), ont également montré que le pH du sol augmentait avec l'inondation répétitive des parcelles de riz. L'analyse a également montré que la gestion de l'eau a un effet significatif sur

le phosphore total (P total) et assimilable (Pass), le potassium total (K total). Avec les cycles d'assèchement et d'irrigation, une activité microbienne beaucoup plus importante serait à l'origine d'une meilleure décomposition de la MO du sol susceptible d'influencer les quantités d'éléments nutritifs dans le sol. Il en résulterait donc de ce fait une plus grande disponibilité des teneurs en P et en K dans le sol dans les parcelles sous AWD que dans celles sous inondation permanente. Des résultats antérieurs ont indiqué une fluctuation importante du P dans le sol avec l'assèchement alternatif contrairement à l'humification constante (Thanh Nguyen & Marschner, 2005). La dose de fertilisation apportée n'a pas eu d'effet significatif à court terme sur les paramètres chimiques du sol. Avec les besoins élevés en éléments minéraux par la culture du riz, il aurait été peu probable de trouver des valeurs en teneurs significatives en ces éléments dans le sol. Les quantités apportées seraient donc utilisées pour le métabolisme des plantes ou soit perdu sous différentes formes en cas de mauvaise efficacité d'utilisation selon les formes apportées (Yameogo *et al.*, 2013).

**Effet de la gestion de l'eau et de la fertilisation sur les paramètres agronomiques du riz :** Concernant les performances agronomiques du riz, l'irrigation et assèchement alternatif n'a pas négativement affecté le rendement du riz. On pourrait donc croire que malgré les petites quantités d'eau apportées (près de 2 fois moins que pour l'irrigation conventionnelle), les besoins en eau du riz ont été largement couverts. Cela est d'une importance particulière quand on sait que cette pratique entraîne des économies d'eau de l'ordre de 20 à 30% (Carrijo *et al.*, 2017). Des résultats similaires avaient été reportés dans des études antérieures en Asie (Yao *et al.*, 2018 ; Liang *et al.*, 2013). Plus récemment certaines observations faites à la

Vallée du Kou (résultats non publiés) ont également montré une tendance à une augmentation du rendement avec la pratique du système. De plus, Song *et al.* (2021), ont également montré que la réduction des quantités d'eau n'influencerait pas la productivité du riz, ni en quantité, ni en qualité. Les performances de ce mode de gestion de l'eau seraient liées à un meilleur développement racinaire avec l'aération du sol. L'importance des racines serait même à l'origine d'une mobilisation beaucoup plus importante des métaux lourds dans la plante de riz sous condition d'IAA (Song *et al.*, 2021). Pour Carrijo *et al.* (2017), le rendement du riz ne serait réduit de presque 20% que si une IAA sévère n'est appliquée. Carrijo *et al.* (2018), ont également montré que le rendement du riz n'était pas affecté quel que soit le niveau de variation des apports d'eau, pourvu que le sol soit humide. Dans le cas de la présente étude, le sol est resté humide durant toute la saison malgré l'imposition de l'irrigation alternative. Les meilleures performances agronomiques sont obtenues avec les parcelles sous PPU et celles suivant la recommandation. En effet, les parcelles PPU malgré les quantités d'urée deux fois moins que celles utilisées pour la recommandation, on atteint le même niveau de rendement. La bonne efficacité d'utilisation de l'urée super granulée serait à l'origine du succès de ce mode d'apport d'urée par rapport aux pratiques courantes. Des études antérieures à la Vallée du Kou en 2008 (Yameogo *et al.*, 2012) à Karfiguéla en 2010 (Yameogo *et al.*, 2013), à la Vallée du Sourou en 2015 (Bandaogo *et al.*, 2018) avaient montré la supériorité du PPU sur l'urée perlée. L'efficacité de l'USG serait liée à son mode d'application qui permettrait de réduire les pertes en azote, d'augmenter l'efficacité d'utilisation de l'azote et du même coup les rendements du riz paddy.

## CONCLUSION ET APPLICATION DES RESULTATS

Au terme de cette étude, nous retenons que la réduction des quantités d'eau d'irrigation a un double avantage notamment sur les économies considérables de la ressource eau (2 à 3 fois moins d'eau utilisée) tout en assurant un maintien des performances agronomiques du riz. Pour un périmètre comme celui de la Vallée du Kou ou dans d'autres périmètres irrigués du Burkina Faso, l'insuffisance d'eau est souvent la cause de déviation de la vocation première des périmètres aménagés pour le riz. Ainsi, le riz est remplacé par d'autres cultures en saison sèche et de plus en plus en saison pluvieuse. L'application de ces résultats pourrait constituer un guide d'orientation des décideurs et agents de développement dans

leur initiative d'atteindre l'autosuffisance en riz qui constitue de plus en plus l'aliment de base des populations. Aussi, pour atteindre ces objectifs de développement, la réduction des quantités d'eau ne saurait être plus efficace que si certaines technologies de gestion de la fertilité des sols ne sont mises en application. C'est le cas de l'urée super granulée qui s'est montrée assez compétitive avec l'urée simple utilisant deux fois plus d'azote. Son intégration dans les systèmes de culture à base de riz, surtout dans l'écologie irriguée constituerait une économie importante de devises à l'échelle du producteur, des coopératives, ainsi que du Burkina Faso.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient la Direction Régionale de Recherches Environnementales et Agricoles, station de Farako-Bâ pour avoir octroyé le site expérimental. Nos

remerciements vont à l'endroit des étudiants de l'université Nazi Boni et du Centre Agricole Polyvalent de Matourkou qui ont participé à la collecte des données.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bandaogo AA, Serme I, Nati Bama AD, Ouattara K, Fofana B, Youl S, 2018. Ammonia Assessment in Irrigated Rice System after Nitrogen Fertilizers Application. *Journal of Agriculture and Environmental Sciences*, 7 (2): 64-70
- Bray RH, and Kurtz LT, 1945. Determination of Total Organic and Available Forms of Phosphorus in Soils. *Soil Science*, 59: 39-45.
- Carrijo DR, Akbar N, Reis AFB, Li C, Gaudin ACM, Parikh SJ, Green PG, Linquist BA, 2018. Impacts of variable soil drying in alternate wetting and drying rice systems on yields, grain arsenic concentration and soil moisture dynamics. *Field Crops Research*, 222, 101-110.
- Carrijo DR, Lundy ME, Linquist BA, 2017. Rice yields and water use under alternate wetting and drying irrigation : A meta-analysis. *Field Crops Research*, 203, 173-180.
- Faye B, Sow S, Fall MD, Wade B, 2020. Les Performances Agro-Economiques De L'urée Super Granulé : Cas Du Riz Au Sénégal. *European Scientific Journal ESJ*, 16 (13): 364-384
- Haynes RJ, and Swift RS, 2006. Effect of rewetting air-dried soils on pH and accumulation of mineral nitrogen. *European Journal of Soil Science* 40 (2) : 341-347.
- INSD, 2020. Annuaire statistique 2019, Ministère de l'économie des finances et du développement, Burkina Faso, Annuaire statistique, 355p
- Konaté KA, Kam H, Ouedraogo I, Wonni I, Sereme D, Nacro S, Hema D, Traoré VE, Ouattara D, Bagayoko S, Sie M,

2018. Fiche technique FKR Orylux 6 ou FKR 84, riz parfumé. INERA
- Konaté KA, Ouedraogo I, Kam H, Sereme D, Wonni I, Kabore KB, Nacro S, Ouattara D, Bagayoko S, Dakouo D, 2016. Fiche technique FKR 64.
- Liang XQ, Chen YX, Nie ZY, Ye YS, Liu J, Tian GM, Wang GH, Tuong TP, 2013. Mitigation of nutrient losses via surface runoff from rice cropping systems with alternate wetting and drying irrigation and site-specific nutrient management practices. *Environmental Science and Pollution Research*, 20 (10): 6980-6991
- Saito K, van Oort, Dieng P, Johnson JM, Niang A, Ahouanton K, Delali A, Tanaka A, Senthilkumar K, Vandamme E, 2017. Yield gap analysis towards meeting future rice demand. In Tokyo University of Agriculture, Japan & T. Sasaki (Éds.), *Burleigh Dodds Series in Agricultural Science* (p. 157-182).
- Senthilkumar K, Rodenburg J, Dieng I, Vandamme E, Sillo FS, Johnson J, Rajaona A, Ramarolahy JA, Gasore R, Abera BB, Kajiru GJ, Mghase J, Lamo J, Rabeson R, Saito K, 2020. Quantifying rice yield gaps and their causes in Eastern and Southern Africa. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 206(4): 478-490.
- Son NT, Badayos RB, Sanchez PB, Cruz SPC, Dung NV, Thanh NH, 2008. Water productivity and soil chemicals properties under varying water regimes on spring rice (*Oriza satival*. L) in Hanoi, Vietnam. *Philippine Journal or Crop Science (PJCS)*, 33 (3): 56-70
- Song T, Das D, Hu Q, Yang F, Zhang J, 2021. Alternate wetting and drying irrigation and phosphorus rates affect grain yield and quality and heavy metal accumulation in rice. *Science of the Total Environment*, 752, 141862
- Tanaka A, Johnson JM, Senthilkumar K, Akakpo C, Segda Z, Yameogo LP, Bassoro I, Lamare DM, Allarangaye MD, Gbakatchetche H, Bayuh BA, Jaiteh F, Bam RK, Dogbe W, Sékou K, Rabeson R, Rakotoarisoa NM, Kamissoko N, Mossi IM, ... Saito K, 2017. On-farm rice yield and its association with biophysical factors in sub-Saharan Africa. *European Journal of Agronomy*, 85: 1-11
- Thanh Nguyen B, and Marschner P, 2005. Effect of drying and rewetting on phosphorus transformations in red brown soils with different soil organic matter content. *Soil Biology and Biochemistry*, 37(8): 1573-1576
- Tsujimoto Y, Rakotoson T, Tanaka A, Saito K, 2019. Challenges and opportunities for improving N use efficiency for rice production in sub-Saharan Africa. *Plant Production Science* 22, 413-427.
- Walinga I, Van Der Lee JJ, Houba VJG, Van Vark W, Novozamsky I (Éds.), (1995). *Plant Analysis Manual*. Springer Netherlands.
- Walkley A, and Black IA, 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*. 37: 29-38.
- Yameogo PL, Becker M, Segda Z, 2017. Factors modulating soil nitrate-n dynamics in the West African savanna zone *International Journal of Agriculture and Environmental Research*. 03 (06) : 4413-4426
- Yameogo PL, Segda Z, Dakouo D, Sedogo M (2013). Placement profond de l'urée (PPU) et amélioration de l'efficacité d'utilisation de l'azote en riziculture irriguée dans le périmètre rizicole de Karfiguela au Burkina Faso. *Journal of Applied Biosciences*, 70(1): 5523-5530

- Yameogo PL, Traore M, Segda Z, Mando A, Dakouo D, Sedogo MP, 2012. Amélioration des rendements et du revenu des producteurs rizicoles par le placement profond de l'urée super granulée au Burkina, Sciences et Technique/Science Naturelle et Agronomie, 32 (1-2): 85-95
- Yao Y, Zhang M, Tian Y, Zhao M, Zhang B, Zhao M, Zeng K, Yin B, 2018. Urea deep placement for minimizing NH<sub>3</sub> loss in an intensive rice cropping system. Field Crops Research, 218, 254-266