

Gestion de l'eau et de l'azote en riziculture irriguée au Burkina Faso *

Youssouf Dembelé¹
Hyacinthe Kambiré²
Moussa Sié³

¹ Institut de l'environnement
et de recherches agricoles (Inera),
Station de Farako-bâ,
01 BP 910,
Bobo-Dioulasso 01
Burkina Faso
<yldembele@yahoo.fr>

² Institut de l'environnement
et de recherches agricoles (Inera),
Centre de recherche environnementale
et de formation (Creaf) de Kamboinsé,
01 BP 476,
Ouagadougou 01
Burkina Faso
<hyacinthe_kambire@homail.com>

³ Centre du riz pour l'Afrique (Adrao),
01 BP 2031,
Cotonou
Bénin
<m.sie@cgiar.org>

Résumé

Une expérimentation de plein champ a été réalisée au cours de deux années humides dans la vallée du Kou (sud-ouest du Burkina Faso), avec pour objet de tester diverses combinaisons de gestion de l'eau, des concentrations en azote, et de « mise en boue » du sol sur des cultures de riz irriguées. Les résultats montrent que le maintien d'une lame d'eau de 5 à 10 cm d'épaisseur avec ou sans drainage avant l'épandage de N à la dose de 130 unités/ha, autorise le rendement le plus important (environ 6 tonnes/ha), mais au prix d'une consommation comprise entre 8 807 et 9 486 m³/ha, soit une efficacité moyenne de l'eau de 0,60 kg/m². Dans le cas d'une irrigation intermittente associée à une application de 100 unités N/ha, le rendement est d'environ 5 tonnes/ha pour une consommation en eau variant seulement de 7 468 m³/ha à 7 988 m³/ha, l'efficacité d'utilisation en eau étant la plus élevée (plus de 0,70 kg/m²) quand le sol est mis en boue. Cette combinaison agronomique apparaît comme la plus intéressante dans la mesure où elle permet une économie en eau et en engrais azotés (urée). Elle justifie d'être confirmée par une étude économique. Des essais doivent être entrepris pour en confirmer la faisabilité. Dans tous les cas, la mise en boue du sol a pour effet d'accroître les performances des combinaisons entre modes de gestion de l'eau et quantités de N épandus.

Mots clés : eau ; agronomie ; productions végétales.

Abstract

Water and nitrogen fertilizer management methods for irrigated rice in Burkina Faso

Field experiments during two wet seasons in the Kou valley (in southwestern Burkina Faso) tested several combinations of water management methods, nitrogen levels and soil puddling on irrigated rice. The results show that maintaining water depth at 5-10 cm, with or without drainage before nitrogen application (130 units/ha) produces the highest yield, about 6 t/ha, but this depth requires water consumption between 8,807-9,486 m³/ha and produces an average water use efficiency of about 0.60 kg/m². On the other hand, with intermittent irrigation and application of 100 N/ha units, yield is about 5 t/ha, while water consumption is only 7,428-7,988 m³/ha and water use efficiency is highest (more than 0.70 kg/m² when the soil is puddled). This combination could be interesting because it would save both water and nitrogen fertilizer (urea). This assessment should be confirmed by an economic study and further field tests of feasibility. Soil puddling increased the performance of all combinations of water management methods and nitrogen quantities.

Key words: water; agronomy; vegetal productions.

* Cet article a été présenté sous le titre « Influence du régime hydrique sur la nutrition minérale et le rendement du riz irrigué » au cours du Séminaire international « Technologies et méthodes modernes d'irrigation : recherche, développement et essais » qui s'est tenu à Montpellier, du 14 au 19 septembre 2003 en marge du 54^e Conseil exécutif de la Commission internationale des irrigations et du drainage (CIID) et de la 20^e Conférence régionale européenne ?

Bien que n'occupant que la quatrième place (superficies, production) parmi les céréales cultivées au Burkina Faso, le riz constitue cependant un produit très important pour l'économie burkinabé. En effet, l'augmentation rapide de la consommation pousse le pays à en importer annuellement de grandes quantités représentant 15 à 20 milliards de F CFA¹ par an, ce qui contribue à accentuer le déficit de la balance commerciale. La consommation annuelle moyenne en riz par habitant est passée de 8,5 kg en 1980 à 18 kg en 2002, mais elle dépasse un peu 50 kg dans les grandes villes comme Bobo-Dioulasso et Ouagadougou. Actuellement, la production nationale couvre moins de 50 % des besoins du pays estimés à 150 000 tonnes de riz environ [1]. Parmi les trois types de riziculture connus au Burkina, la riziculture irriguée avec maîtrise totale de l'eau, constitue le mode de production le plus performant. Elle occupe de nos jours 20 % des superficies rizicoles et fournit près de 47 % de la production nationale. Le développement de ce type de riziculture est donc indispensable pour assurer l'autosuffisance du pays [2]. Cependant, la plupart des périmètres rizicoles du pays affichent des performances techniques de plus en plus médiocres dues à des contraintes de diverses natures dont les plus importantes sont la mauvaise gestion de l'eau [3] et des intrants [4, 5]. Le périmètre de la vallée du Kou, un des premiers et des plus grands périmètres rizicoles du Burkina n'échappe pas à cette situation [4, 5]. En outre, la réduction des débits exploitables du Kou due à la baisse de la pluviosité constatée depuis trois décennies [6] et à l'augmentation croissante des prélèvements d'eau pour la ville de Bobo-Dioulasso contribue à aggraver les problèmes d'eau au niveau du périmètre rizicole. Il est donc indispensable de rationaliser l'utilisation des facteurs de production afin d'accroître l'efficacité de l'eau et de mieux valoriser l'utilisation des engrais, notamment azotés.

Zone d'étude

L'étude a été réalisée pendant les campagnes humides 2000 et 2001 sur la zone irriguée de la vallée du Kou. Situé dans le

sud-ouest du Burkina Faso, au nord de la ville de Bobo-Dioulasso (latitude : 11° 22' N ; longitude : 4° 22' W), ce périmètre est irrigué gravitairement grâce à une prise de dérivation au fil de l'eau sur le fleuve. Il couvre 1 200 hectares sur lesquels sont pratiquées annuellement deux campagnes rizicoles (saison humide et saison sèche). Le climat de la région est de type sud-soudanien avec une pluviosité annuelle moyenne d'environ 1 000 mm. Les sols sont assez variés avec une prédominance du type ferrugineux tropical, peu lessivés, de profondeur variable [4], caractérisés par des textures argilo-limoneuses et sablo-argilo-limoneuses. L'essai a été conduit sur un sol sablo-argilo-limoneux en surface et sablo-limoneux en profondeur, avec une densité apparente de 1,64 et 1,73 respectivement. Il est légèrement acide, pauvre en azote et en matière organique, et très pauvre en phosphore assimilable.

Matériel et méthode

Le dispositif expérimental est un *split-split-plot* à quatre répétitions (figure 1), destiné à l'étude des interactions entre trois régimes hydriques, trois niveaux d'apport d'engrais azotés et deux modalités (oui/non) de mise en boue du sol.

Les parcelles principales portent les trois régimes hydriques suivants :

-I₁ : maintien d'une lame d'eau de 5-10 cm sans drainage au moment de l'application de l'azote ;

-I₂ : submersion intermittente avec une lame d'eau de 5-10 cm et drainage avant l'application de l'azote, suivie d'une remise en eau immédiate ;

-I₃ : maintien d'une lame d'eau de 5-10 cm avec drainage avant l'application de l'azote et mise en eau 3 jours après.

Chaque parcelle principale est divisée en trois parcelles secondaires correspondant aux trois « doses d'azote » : 70 unités de N/ha (N₁), 100 unités de N/ha (N₂) et 130 unités de N/ha (N₃). Cette fumure de couverture a été apportée sous forme d'urée (46 % de N) en deux fractions égales, la première intervenant deux semaines après le repiquage et la seconde à l'initiation paniculaire. Une fumure de fond (NPK : 14-23-14) a été apportée sur toutes les parcelles au moment du repiquage des plants.

Les parcelles secondaires sont subdivisées chacune en deux parcelles élémentaires « mise en boue du sol » avant le repiquage : parcelle mise en boue (B₁) et parcelle non mise en boue (B₂).

Les parcelles élémentaires ont chacune une superficie de 16 m² (4 m x 4 m) et sont séparées par des diguettes d'une largeur de 30 cm et d'une hauteur de 20 cm. La variété de riz utilisée est

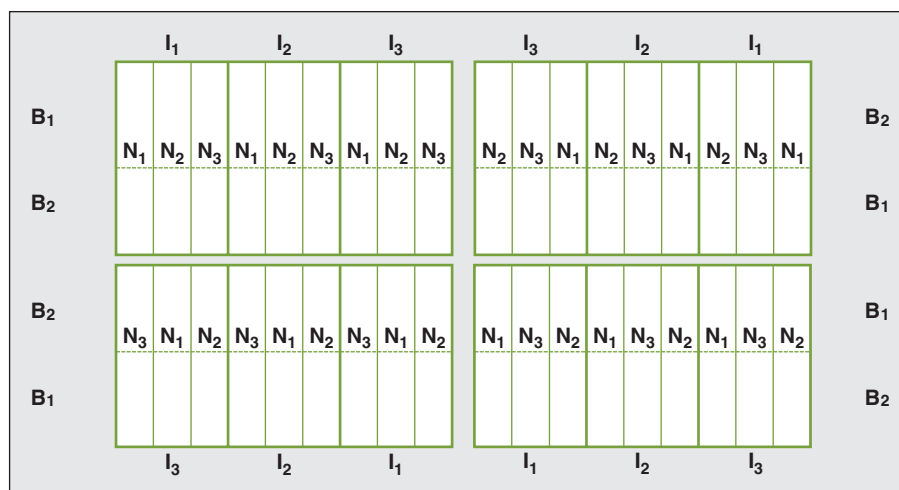


Figure 1. Plan expérimental.

Figure 1. Experimental layout.

I₁ : maintien d'une lame d'eau 5-10 cm sans drainage pour l'application d'azote ; I₂ : submersion par intermittence avec drainage pour l'application de l'azote avec une remise en eau immédiate ; I₃ : maintien d'une lame d'eau 5-10 cm et drainage pour l'application de l'azote, suivis d'une remise en eau 3 jours après.

N₁ : 70 unités N/ha ; N₂ : 100 unités N/ha ; N₃ : 130 unités/ha.

B₁ : mise en boue du sol ; B₂ : non-mise en boue du sol.

PPDS : plus petite différence significative ; NS : non significatif.

¹ 655,957 F CFA = 1 euro.

FKR 28. Le semis du riz en pépinière a eu lieu à la fin du mois de juillet et le repiquage à la mi-août avec des touffes de trois brins et un écartement de 20 cm x 20 cm. Les volumes d'eau d'irrigation ont été évalués en mesurant les débits à l'entrée des parcelles à l'aide d'un déversoir RBC² [7] et en chronométrant les temps d'irrigation. Les hauteurs de la lame d'eau dans les parcelles ont été suivies à l'aide de règles obliques graduées en cm et mm, fixées sur un cadre triangulaire et faisant avec l'horizontale un angle de 45° [8]. Après la récolte, les rendements de riz paddy (t/ha) ont été déterminés à 14 % d'humidité. L'analyse de variance des données collectées a été effectuée avec le logiciel GenStat. La comparaison des moyennes a été faite par la méthode de la plus petite différence significative (PPDS), lorsque le test d'ana-

lyse de variance est significatif au seuil de 5 % au moins.

Discussion et conclusion

Effet des traitements sur le rendement du paddy

Parmi les paramètres étudiés, seules les doses d'azote ont un effet hautement significatif sur le rendement (tableau 1). Les régimes hydriques n'ont pas d'effet significatif sur les rendements. Les rendements les plus élevés (6 t/ha) sont atteints avec les combinaisons comportant le maintien d'une lame d'eau de 5-10 cm sans drainage (I₁) ou avec drainage (I₃), la dose de 130 unités de N/ha et des sols mis en boue. Mais quand le sol n'est pas mis en boue, ces combinaisons ne permettent pas de dépasser les 5,5 t/ha

(tableau 1). Les résultats des deux années sont assez convergents.

Effet des traitements sur la consommation en eau

La submersion par intermittence (I₂) donne les consommations en eau les plus faibles, aussi bien sur les parcelles mises en boue (7 414 m³/ha – 7 700 m³/ha) que sur celles qui ne sont pas mises en boue (7 286 m³/ha-8 112 m³/ha). Ces valeurs sont nettement inférieures aux besoins en eau du riz irrigué estimés pour la campagne humide à la vallée du Kou à 9 140 m³/ha [9]. En revanche, les consommations d'eau sont plus élevées avec les deux autres régimes hydriques (tableau 1) :

– le régime consistant à maintenir dans la parcelle une lame d'eau de 5-10 cm sans drainage : 8 807 m³/ha à 9 199 m³/ha sur les parcelles mises en boue, et 9 040 m³/ha à 9 257 m³/ha sur les parcelles non mises en boue ;

² Déversoir RBC : déversoir Ripplogle, Bos et Clemmenes (initiales des noms des auteurs qui ont mis ce déversoir au point).

Tableau 1. Analyse de l'effet des traitements sur le rendement en paddy du riz irrigué, sur la consommation en eau et l'efficience de l'eau à la vallée du Kou

Table 1. Analysis of the effects of the treatment on paddy yield, water consumption and water use efficiency in the Kou valley.

Traitements			Rendements grains (t/ha)			Consommation en eau (m ³ /ha)			Efficience de l'eau (kg/m ³)		
Régimes hydriques	Doses d'azote	Mise en boue	2000	2001	Moyenne	2000	2001	Moyenne	2000	2001	Moyenne
I1	N1	B1	5,1	4,9	5,0	8 988	8 961	8 974	0,56	0,55	0,56
		B2	4,2	4,3	4,3	9 206	9 308	9 257	0,48	0,54	0,51
	N2	B1	5,3	5,0	5,2	9 138	8 475	8 807	0,58	0,59	0,59
		B2	4,8	4,7	4,8	9 057	9 400	9 229	0,53	0,50	0,52
	N3	B1	5,8	6,1	6,0	9 155	9 243	9 199	0,55	0,58	0,57
		B2	5,1	5,2	5,2	8 793	9 286	9 040	0,58	0,56	0,57
I2	N1	B1	4,4	4,2	4,3	7 733	7 666	7 700	0,58	0,65	0,62
		B2	4,5	4,3	4,4	8 209	8 015	8 112	0,61	0,56	0,59
	N2	B1	5,3	5,1	5,2	7 465	7 391	7 428	0,71	0,69	0,70
		B2	4,9	5,0	5,0	7 778	8 197	7 928	0,63	0,55	0,59
	N3	B1	5,2	5,4	5,3	7 222	7 606	7 414	0,72	0,71	0,72
		B2	4,6	4,5	4,6	7 541	7 031	7 286	0,61	0,64	0,57
I3	N1	B1	5,0	5,2	5,1	9 177	9 220	9 199	0,56	0,57	0,51
		B2	4,3	4,6	4,5	9 385	9 367	9 376	0,48	0,54	0,63
	N2	B1	5,5	5,7	5,6	9 108	9 344	9 226	0,61	0,61	0,61
		B2	4,8	4,9	4,9	9 215	9 074	9 145	0,52	0,54	0,53
	N3	B1	6,0	5,9	6,0	9 184	9 472	9 328	0,65	0,61	0,63
		B2	5,4	5,6	5,5	9 380	9 592	9 486	0,59	0,58	0,59
PPDS (0,05)			0,34	0,41	0,3	NS	8 03	NS			

I₁ : maintien d'une lame d'eau 5-10 cm sans drainage pour l'application d'azote ; I₂ : submersion par intermittence avec drainage pour l'application de l'azote avec une remise en eau immédiate ; I₃ : maintien d'une lame d'eau 5-10 cm et drainage pour l'application de l'azote, suivis d'une remise en eau 3 jours après. N₁ : 70 unités N/ha ; N₂ : 100 unités N/ha ; N₃ : 130 unités/ha. B₁ : mise en boue du sol ; B₂ : non-mise en boue du sol ; PPDS : plus petite différence significative ; NS : non significatif.

– le régime consistant à maintenir dans la parcelle une lame d'eau de 5-10 cm avec drainage pour l'application de l'azote : 9 199 m³/ha à 9 328 m³/ha sur les parcelles mises en boue, et 9 145 m³/ha à 9 486 m³/ha sur les parcelles non mises en boue.

La mise en boue permet une réduction des consommations d'eau, quel que soit le régime hydrique appliqué (*tableau 1*).

Effets des traitements sur l'efficacité de l'eau

Les plus fortes valeurs moyennes de l'efficacité de l'eau (allant de 0,59 kg/m³ à 0,72 kg/m³) ont été obtenues avec le régime hydrique « submersion par intermittence », associé aux doses de 100 unités de N/ha (N₂) ou de 130 unités de N/ha (N₃) et à la mise en boue du sol (*tableau 1*). Ce résultat est intéressant, car la valeur atteinte est supérieure au seuil retenu par le Projet IWMI (*International Water Management Institute*) pour la gestion de l'irrigation au Burkina Faso (0,60 kg/m³), au-delà duquel le périmètre irrigué est considéré comme performant [10]. Les traitements associant le régime hydrique « submersion permanente avec une lame d'eau de 5-10 cm et drainage au moment de l'application de l'azote » permettent tout juste d'atteindre ce seuil. Quant aux plus faibles efficacités de l'eau (0,56 kg/m³ – 0,59 kg/m³), elles ont été obtenues avec les traitements associant le régime hydrique « submersion perma-

nente avec une lame d'eau de 5-10 cm sans drainage ».

La combinaison associant le régime hydrique « submersion par intermittence », la dose d'azote de 100 unités de N/ha et la mise en boue du sol pourrait être intéressante du point de vue économique ; elle permettrait d'économiser non seulement de l'eau, mais aussi des engrais (urée). L'intérêt de cette combinaison devrait cependant être confirmé par une étude économique. En outre, son application requiert une formation préalable des paysans à mieux maîtriser l'irrigation par submersion intermittente. Enfin, cette étude a montré que l'utilisation du déversoir RBC pourrait constituer un moyen efficace pour la gestion de l'eau à la parcelle pour des paysans bien formés. ■

Références

1. David-Benz H, Faivre-Dupaigre B. *Proposition pour un observatoire de la filière riz au Burkina Faso*. Ouagadougou : Plan d'action pour la filière riz (PAFR) ; ministère de l'Agriculture du Burkina Faso, 2002.
2. Aide à la décision économique (ADE). *Étude sur la riziculture au Burkina Faso, deuxième partie : Plan d'actions pour la filière riz. Vol. 1 : Rapport principal*. Ouagadougou : Plan d'action pour la filière riz (PAFR) ; ministère de l'Agriculture du Burkina Faso, 1997.
3. Mosselmans G, Van Driel W, Durand JM. Étude de la gestion des petits périmètres irrigués gravitaires. Expérience du Burkina Faso. 1. Le système de production. *Bull liaison CIEH* 1991 (84-85) : 25-34.

4. Nebié B. *Études des facteurs agro-pédologiques déterminant la production du riz irrigué à la Vallée du Kou au Burkina Faso*. Thèse de docteur-ingénieur, université nationale de Côte d'Ivoire, Abidjan, 1995.

5. Wopereis MCS, Donovan C, Nébié B, Guindo D, Ndiaye MK, Häfele S. Nitrogen management, soil nitrogen supply and farmers' yields in sahelian rice based irrigation systems. *Advances in GeoEcology* 1998 ; 31 : 1262-6.

6. Somé L, Dembélé Y. Péjoration climatique au Burkina Faso : impacts sur les productions agricoles. In : *Recherches Scientifiques face aux problèmes de l'environnement*. Actes de la 2^e édition du Forum national de la recherche scientifique et Technologique, Ouagadougou, 9-13 avril, 1996.

7. Clemmens AJ, Bos MG, Replug JA. Portable RBC flumes for furrows and earthen channels. *Trans ASAE* 1984 : 1016-26.

8. Raes D, Sync B, Serneels S, Van Passel L. Analyse du bilan d'eau de deux cuvettes du delta du fleuve Sénégal. *Bull Tech Projet Gestion de l'Eau, SAED, Saint Louis (Sénégal)* 1991 ; (3) : 1-69.

9. Dembélé Y. Études des besoins en eau du riz irrigué dans différentes conditions pédoclimatiques du Burkina Faso. In : *L'influence du climat sur la production des cultures tropicales*. Actes séminaire international de Ouagadougou (Burkina Faso), 23-28 septembre 1991. Wageningen (Pays-Bas) ; Rabat (Maroc) : Centre technique de coopération agricole et rurale (CTA) ; Organisation islamique pour l'éducation, les sciences et la culture (Isesco), 1991.

10. Projet IWMI pour le management de l'irrigation au Burkina Faso (IIMI/PMI-BF). *Méthodologies d'évaluation des performances et de diagnostic des systèmes irrigués. Manuel d'utilisation*. Projet Management de l'irrigation au Burkina Faso. Ouagadougou (Burkina Faso) : IIMI/PMI-BF, 1996.