

Amélioration des rendements et du revenu des producteurs par la technique de placement profond de l'urée super granulée sur le riz irrigué au Burkina Faso

Louis P. YAMEOGO¹, Moumouni TRAORE², Zacharie SEGDA^{1,3},
Abdoulaye MANDO⁴, Dona DAKOULO¹, Michel P. SEDOGO⁵

Résumé

Des tests en milieu paysan ont été conduits sur les plaines rizicoles de la Vallée du Kou (VDK) et de Bagré au Burkina Faso en vue d'évaluer la contribution de la technique de Placement Profond de l'Urée super granulée (PPU) dans l'amélioration de la productivité du riz et du revenu des producteurs. Les performances agro économiques du PPU ont été testées en campagne hivernale 2008 en comparaison avec les pratiques paysannes suivant les doses recommandées de fertilisation sur le riz irrigué. A la (VDK) ainsi qu'à Bagré, les parcelles fertilisées avec l'urée super granulée ont obtenu respectivement 860 et 634 kg de paddy/ha de plus que les parcelles paysannes. Le PPU avec un rapport valeur sur coût de 2,2 à la VDK et de 3,6 à Bagré est économiquement plus rentable que les pratiques paysannes avec un rapport de 1 à la VDK et de 2,4 à Bagré. Le revenu monétaire obtenu avec le PPU est supérieur à celui des pratiques paysannes de 192 420 FCFA ha⁻¹ à la VDK et de 105 700 FCFA ha⁻¹ à Bagré. Le PPU présente un potentiel dans l'amélioration de la productivité en riziculture irriguée et le revenu des producteurs.

Mots-clés : placement profond de l'urée super granulée, riziculture irriguée, revenu monétaire, productivité du riz.

Improving rice yield and farmer's income by urea super granule deep placement technical on irrigated rice in Burkina Faso

Abstract

Tests in farmer's fields were conducted on the rice schemes of the Kou Valley and Bagré in Burkina Faso to assess the contribution of urea super granules deep placement (UDP) in improving the rice yield and farmers income in irrigated rice. Agro economic performances of UDP were tested in 2008 wet season compared to farmers' fertilizer practices following the recommendation of the Research on rice fertilization and check plots. At Kou Valley and Bagré, plots fertilized with urea super granules obtained respectively 860 and 634 kg/ha of more paddy than in the farmers' plots. Deep placement of urea with a ratio cost value of 2,2 at Kou Valley and 3,6 at Bagré was economically more viable compared to farmers' practices. Monetary income obtained with the use of UDP is higher than that of farmers' practices of 192 420 FCFA / ha at Kou Valley and 105 700 FCFA at Bagré. The technology of urea deep placement has potential in improving productivity in irrigated rice production and farmers income.

Keywords: urea super granules deep placement, irrigated rice, monetary income, rice productivity

¹ Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Station de recherches de Farako-bâ, 01 BP 910 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso, e-mail : ylouis5@yahoo.fr

² Maîtrise d'Ouvrage de Bagré

³ Centre Agricole Polyvalent de Matourkou, 01 BP 130 Bobo Dioulasso 01, Burkina Faso, e-mail : zacharie.segda@yahoo.fr

⁴ Un Centre International pour la Fertilité du Sol et le Développement Agricole (IFDC) Africa Division, BP 4483, Lomé, Togo. Email : amando@ifdc.org

⁵ Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Station de recherches de Kamboinsé, 04 BP 8645 Ouagadougou 04, Burkina Faso, e-mail : michel.sedogo@yahoo.fr

Introduction

Le riz (*Oryza sativa* L.) est la plus importante culture irriguée dans le monde. Les changements intervenus au cours des dernières années dans les tendances de consommation ont occasionné une hausse importante de la demande en riz de la plupart des consommateurs Africains. La production ne cesse de croître pour répondre à l'augmentation de la population mondiale. De 1961 à 2005, l'accroissement de la production était de 3,23 % en Afrique subsaharienne (AFRICA RICE, 2007). Cet accroissement est supérieur à celui de la population qui est de 2,90% et inférieur à celle de la consommation qui est estimée à 4,52 % durant la même période (AFRICA RICE, 2007). La hausse vertigineuse des cours du riz sur le marché mondial dans le premier trimestre 2008 a entraîné au plan national une augmentation significative du prix au consommateur. Pour ce faire, l'augmentation de la production nationale est devenue une nécessité pour atteindre l'autosuffisance alimentaire (SNDR 2011).

En riziculture irriguée, l'azote serait le principal facteur limitant des rendements (SEGDA, 2006 ; IFDC, 2012). Sa gestion est un facteur important pour la productivité et la rentabilité du riz. Le coût de la fertilisation azotée représente 15 à 20 % du coût de la production totale (IFDC, 2012). L'urée perlée apportée au riz avec ou sans incorporation après le repiquage est la méthode la plus courante de fertilisation azotée. Cependant, de nombreux auteurs parmi lesquels BOWEN *et al.* (2004), IFDC (2009), HUSSAIN *et al.* (2010) ont montré que pour cette pratique, seulement 1/3 de l'azote apporté est utilisé par la culture ; le reste de l'azote (60 à 70%) est perdu par dénitrification et par volatilisation (IFDC, 2009). SEGDA (2006) a montré que seulement 31% de l'azote de l'urée perlée apporté à la volée est utilisé par le riz dans la plaine de Bagré au Burkina Faso.

Compte tenu de la baisse de la fertilité du sol dans le temps et de l'importance de l'azote dans la fertilité du sol, il y a nécessité d'orienter la recherche vers des pratiques pouvant limiter les pertes d'azote. Ainsi, en améliorant le taux de recouvrement de l'azote, le revenu des producteurs pourrait augmenter et l'environnement préservé. L'objectif de l'étude est d'améliorer l'efficacité d'utilisation des engrais en riziculture irriguée à travers l'introduction de la technologie de placement profond de l'urée super granulée (PPU). Il s'agit de façon spécifique, d'évaluer l'effet de cette technique sur le rendement paddy ainsi que son incidence sur le revenu des producteurs.

Matériel et méthodes

Zones d'étude

L'étude a été conduite sur les périmètres rizicoles irrigués de la Vallée du Kou (VDK), dans la région des Hauts-Bassins, et de Bagré dans le Centre-Est.

Le périmètre rizicole de la VDK est situé à 30 km de Bobo Dioulasso sur l'axe Bobo-Faramana-Frontière du Mali et a pour coordonnées géographiques 11°22' latitude Nord, 04°22' longitude Ouest avec 300 m d'altitude. Il couvre une superficie de 1 260 ha de terres aménagées. Selon la carte d'occupation des sols du Burkina (BUNASOL, 1993 cité par WELLENS et COMPAORE, 2003), le périmètre est installé sur des sols hydromorphes minéraux à pseudogley sur matériaux à texture variée. Les sols de texture moyenne à légère couvrent 66% du périmètre et regroupent les sols sablo-argilo-limoneux, sablo-argileux, limoneux et sablo-limoneux. Les sols de texture lourde occupent 34% du périmètre et regroupant les sols argileux et argilo-limoneux (NEBIE, 1995). Le pH de ces sols varie de 5,5 à 6,5. Des concrétions ferrugineuses font surface dans certaines zones et créent à ces endroits une toxicité ferreuse (NEBIE, 1995).

Le périmètre irrigué de l'aval du barrage hydroélectrique et hydro agricole de Bagré est situé dans la province du Boulgou à 240 km au Sud-Est de Ouagadougou et à 20 km de l'axe routier national n°16 Tenkodogo-Frontière du Togo. Il est à environ 50 km de la frontière Nord du Togo (SEGDA *et al.*, 2003). Les coordonnées géographiques de la zone sont respectivement de 11°30' de latitude Nord et de 0°25' de longitude Ouest. Les sols du périmètre irrigué sont classés selon le système français comme « sols bruns eutrophes tropicaux » et « sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes » (BUNASOLS, 1994). La profondeur moyenne des sols se situe entre 0,4 et 1,2 m (SEGDA *et al.*, 2003).

Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est constitué de quatre variétés dont trois à la Vallée du Kou. Ce sont : la FKR 14 (4418) originaire de l'Inde avec un cycle semis - maturité de 125 jours et un potentiel de rendement de 4 à 7 t/ha, la FKR 28 (IITA 123) originaire du Nigéria avec un cycle semis - maturité de 125 jours et un potentiel de rendement de 5 à 7 t/ha et la TS2 originaire de la république de Chine Taïwan avec un cycle semis - maturité de 120 jours. A Bagré deux variétés ont été utilisées. Ce sont : la FKR 19 (TOX 728-1) originaire du Nigéria avec un cycle semis maturité de 115 jours et un potentiel de rendement de 5 à 6 t/ha et la TS2.

Engrais

La fumure minérale utilisée était composée de cinq types d'engrais : l'urée perlée à 46% de N, l'urée super granulée de 1,8 g / granule dosant également 46 % de N, l'engrais NPK de formule 15 - 25 - 15 - 3,5S - 2,5MgO, le triple superphosphate (TSP) dosant 45 % de P₂O₅ et le chlorure de potassium (KCl) dosant 60 % de K₂O.

Méthodes d'études

Choix des producteurs

Les tests en milieu paysan ont été conduits au cours de la campagne humide 2008 avec 11 producteurs à la Vallée du Kou et 32 producteurs à Bagré, choisis sur la base de la réceptivité aux innovations technologiques et du volontariat ; et repartis sur l'ensemble des périmètres.

Dispositif expérimental

Trois itinéraires techniques étaient en comparaison : le premier est constitué par la technique de placement profond de l'urée super granulée (PPU), le deuxième représente la pratique paysanne suivant la fertilisation recommandée (PP) et le troisième est un témoin absolu (T0) sans fertilisation. Les trois Itinéraires techniques sont différents entre eux seulement pour la fertilisation.

Les parcelles PPU ont reçu au total 150 kg/ha de TSP, 60 kg/ha de KCl en fumure de fond et 113 kg/ha d'urée super granulée (USG) en couverture en une seule application soit au total 50-67.5-36 kg/ha d'unités fertilisantes. Quant aux parcelles paysannes, elles ont été fertilisées avec 250 kg/ha de NPK en fumure de fond et 150 kg/ha d'urée perlée en couverture en deux applications. La quantité totale d'unités fertilisantes apportées à l'hectare pour les PP est de 106,5-62,5-37,5

Le dispositif expérimental était constitué de blocs dispersés où chaque paysan constituait une

répétition. On avait chez chaque paysan les trois itinéraires techniques. Les parcelles élémentaires avaient une superficie de 50 m² soit 10 m x 5 m et séparées par des diguettes de 0,20 m de large sur 0,20 m de hauteur.

Mise en place des essais et méthode d'apport de la fumure

Pour tous les trois itinéraires techniques, le riz a été repiqué aux écartements de 20 cm x 20 cm. Le TSP et le KCl ont été apportés comme fumure de fond après la préparation du sol et juste avant le repiquage. Quant à l'urée super granulée, elle a été appliquée 7 à 10 jours après le repiquage en une seule application ; chaque granule (1,8 g) est placée manuellement entre quatre plants de riz à une profondeur variant de 7 à 10 cm (IFDC, 2009). Dans les parcelles paysannes, le NPK a été apportée à la volée 15 jours après le repiquage en une seule application pendant que l'urée a été apportée en deux fractions soit 1/3 à 30 jours après repiquage et 2/3 à l'initiation paniculaire.

Evaluation des variables agronomiques

Le nombre de talles et de panicules ont été évalués sur 3 carrés de 1 m² chacun dans les parcelles élémentaires à l'aide d'un compteur manuel « Multiple-TALLY. DENOMINATOR ». Pour l'estimation du rendement paddy et paille, le riz a été récolté sur une surface de 6 m² (3 m x 2 m) dans chaque parcelle élémentaire. Le rendement paddy a été estimé à 14 % d'humidité (he) selon la formule ci-dessous développée par DOBERMANN et FAIRHURST (2000) :

$$\text{Rendement paddy (14 \% he)} = \frac{(100 - \text{Poids grains 14 \%he})}{86} \times \frac{\text{Poids grains } 6\text{m}^2 \text{ (kg)} \times 10}{6 \text{ m}^2}$$

Pour le poids des 1000 grains, les grains ont été comptés par un compteur de marque MUNIGRAL puis pesés sur une balance OHAUS ; ANALYTICAL STANDARD avec une précision de 0,0001g.

Evaluation de la rentabilité économique des fumures

Le temps d'application de l'urée super granulée a été évalué par un suivi chronométré entre le début et la fin de l'opération.

Le rapport valeur sur coût (RVC) est le rapport entre le surcroît de gain monétaire dû à l'utilisation d'engrais et le coût engendré par cette fumure. Il s'obtient par la formule suivante :

$$\text{RVC} = \frac{(\text{Rendement parcelle fertilisée} - \text{Rendement parcelle témoin}) \times \text{Prix du riz}}{\text{Coût de la fumure}}$$

Selon CRAWFORD and KAMUANGA (1987), une nouvelle technologie est considérée comme étant économiquement rentable si son RVC atteint un taux cible de rentabilité d'au moins égal à 2. Le revenu monétaire s'obtient en ôtant de la valeur de la production totale les coûts totaux de la fertilisation et la main d'œuvre. Compte tenu de la difficulté d'estimation de la valeur de la main d'œuvre pour les autres types de travaux, seules les charges liées à l'application des engrais a été pris en compte dans le calcul.

Le calcul des paramètres économiques a été effectué sur les bases de 175 F CFA comme le prix du kilogramme de paddy, 540 F CFA, 340 F CFA, 760 F CFA, 450 F CFA et 460 F CFA comme prix respectifs des kilogrammes du NPK, TSP, KCl, urée perlée et Urée Super Granulée en 2008. Pour l'application des engrais, le coût d'un homme jour varie en fonction de l'intensité du travail. Ainsi, pour les producteurs chez qui les essais ont été conduits, le travail d'enfouissement de l'urée super granulée peut coûter au moins 1 500 F CFA pour un homme jour.

Analyse des données

Les données ont été saisies sur le tableur Excel 2007. L'analyse de variance (ANOVA) des données a été réalisée avec le logiciel XLSTAT-Pro version 7.02 (ADDINSOFT, 2007). La séparation des moyennes a été faite grâce au test de Fisher lorsque le test d'analyse de variance était significatif au seuil de probabilité de 5%.

Résultats

Effet des fumures sur les composantes de rendement

A la Vallée du Kou comme à Bagré, le tallage ainsi que l'épiaison ont été variables en fonction des fumures (tableau I). L'analyse de variance a montré des différences hautement significatives entre les différents modes de fertilisation ($P < 0,001$). Ce sont sur les parcelles ayant reçu l'urée super granulée à la VDK et à Bagré que le riz a produit plus de talles que sur les parcelles de la pratique paysanne. Le plus faible nombre de talles et de panicules a été observé sur les parcelles témoins.

Contrairement au nombre de talles et de panicules, il n'y a aucune différence significative entre le poids des grains de paddy obtenus des différentes pratiques de fertilisation.

Tableau I. Composantes de rendement en fonction des fumures.

Modes de fertilisation	Talles/m ²		Panicules/m ²		Poids des 1000 grains	
	VDK	Bagré	VDK	Bagré	VDK	Bagré
Placement profond de l'urée (PPU)	363 ^a	593 ^a	272 ^a	401 ^a	24,8	24,2
Pratiques paysannes (PP)	326 ^b	531 ^b	241 ^b	339 ^b	24,5	24,2
Témoin	253 ^c	342 ^c	185 ^c	223 ^c	23,7	23,4
Probabilité de F	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,053	0,055
Signification	HS	HS	HS	HS	NS	NS
CV (%)	12,5	13	13,5	14	7	8

NB : Les moyennes affectées d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% avec le test de séparation de moyenne de Fisher. HS = Hautement Significatif ; NS = Non Significatif ; VDK = Vallée du Kou.

Effet des fumures sur le rendement

Tout comme les composantes de rendement, les rendements paddy et paille ont été variables selon les pratiques de fertilisation à la VDK et à Bagré. L'analyse de variance a montré des différences très hautement significatives à la VDK et hautement significatives à Bagré (tableau II). Sur ces deux sites, les parcelles sur lesquelles l'urée a été apportée sous forme d'urée super granulée ont obtenu les meilleurs rendements paddy et paille. A la VDK le rendement paddy a été de 6 220 kg/ha et de 6 660 kg/ha à Bagré sur les parcelles ayant reçu l'urée super granulée. Ces rendements sont significativement supérieurs aux rendements des parcelles de pratiques paysannes. A la VDK, l'augmentation de rendement est de l'ordre de 800 kg/ha de paddy et de 634 kg/ha à Bagré. Les parcelles témoins ont obtenu les plus faibles rendements paddy et paille.

Tableau II. Effet des fumures sur le rendement paddy et paille.

Modes de fertilisation	Rendement paddy (kg/ha)		Rendement paille (kg/ha)	
	VDK	Bagré	VDK	Bagré
Placement profond de l'urée (PPU)	6 220 ^a	6 660 ^a	7 868 ^a	6 536 ^a
Pratiques paysannes (PP)	5 360 ^b	6 026 ^b	6 373 ^b	5 909 ^b
Témoin	4 195 ^c	3 219 ^c	4 667 ^c	3 489 ^c
Probabilité de F	< 0,0001	<0,001	< 0,0001	< 0,001
Signification	THS	HS	THS	HS
CV	14,7	15,8	12,6	17,7

NB : Les moyennes affectées d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% avec le test de séparation de moyenne de Fisher. VDK = Vallée du Kou ; THS = Très Hautement Significatif ; HS = Hautement Significatif.

Rentabilité économique des fumures

Temps d'application des engrais

Le temps d'application des engrais a été évalué chez chaque paysan. L'analyse de variance a montré que le temps d'application des engrais est variable en fonction des types d'urée.

Le travail d'enfouissement de l'urée super granulée prend beaucoup plus de temps aux producteurs comparé à l'urée apportée à la volée. Pour enfouir l'urée super granulée dans un hectare de riz, il faut en moyenne 80 heures de travail soit une journée de travail de 8 h pour 10 hommes. Ce temps est significativement différent ($P < 0,0001$) du temps mis pour épandre de l'urée ordinaire sur un hectare qui dure en moyenne 4 h de travail pour un seul homme soit une demi-journée.

Rapport Valeur sur Coût (RVC) et revenu monétaire

Le rapport valeur sur coût de la technologie de fertilisation avec placement profond de l'urée super granulée (PPU) donne un ratio moyen de 2,2 à la Vallée du Kou (VDK) et de 3,6 à Bagré (tableau III). Pour les pratiques paysannes, le ratio a été de 0,99 à la VDK et de 2,4 à Bagré. En d'autres termes, 1 FCFA investi dans le PPU rapporte à la VDK 2,2 FCFA et 3,6 FCFA à Bagré.

L'investissement dans les engrais au niveau des pratiques paysannes à la VDK n'est pas rentable et les producteurs gagnent à peine la somme investi (1 FCFA investi pour 0,99 FCFA gagné). Pourtant à Bagré, ce ratio est de 2,4 pour les pratiques des producteurs.

A la VDK, le meilleur revenu monétaire a été obtenu avec le PPU (924 920 FCFA) (tableau III). Par rapport aux pratiques paysannes (732 500 FCFA), l'augmentation du revenu monétaire est de 192 420 FCFA. Cette même observation est valable pour Bagré avec une augmentation du revenu monétaire de 105 700 FCFA pour le PPU (1 160 250 FCFA) par rapport aux pratiques paysannes (1 054 550 FCFA).

Tableau III. Rapport Valeur sur Coût (RVC) et revenus monétaires des pratiques de fertilisation.

Rubriques	PPU		Pratique Paysanne	
	VDK	Bagré	VDK	Bagré
Coût du NPK (F CFA)	0		135 000	
Coût du TSP (F CFA)	51 000		0	
Coût du KCl (F CFA)	45 600		0	
Coût de l'urée perlée (F CFA)	0		67 500	
Coût de l'USG (F CFA)	51 980		0	
Coût total de la fertilisation (F CFA)	148 580		202500	
Coût de l'application des engrais (F CFA)	15 000		3000	
Total des charges variables (F CFA)	163 580		205500	
Rendements	6 220	6 630	5 360	6 026
Valeur de la production due aux engrais (F CFA)	354 375	596 925	203 875	491 225
Rapport valeur sur coût (RVC)	2,2	3,6	0,99	2,4
Revenu monétaire (F CFA)	924 920	1 160 250	732 500	1 054 550

Discussions

Performances agronomiques

Les résultats de l'analyse statistique ont montré que les modes de fertilisation ont eu un effet significatif sur le rendement paddy. L'urée placée en profondeur sous forme d'urée super granulée permet d'obtenir des rendements plus élevés que si elle est épandue, sous la forme perlée, à la surface du sol. On note un gain moyen de rendement paddy de 860 kg/ha, soit 16 % à la Vallée du Kou (VDK) et 634 kg/ha soit 10 % à Bagré avec 50 % moins d'azote que les pratiques paysannes. Ces résultats corroborent ceux obtenus par l'IFDC (2009) qui a montré au Bangladesh que le placement profond de l'urée sous forme d'urée super granulée augmentait le rendement paddy de 20 à 30 % avec une réduction de 25 % d'utilisation de l'urée. De récents travaux d'introduction du PPU en Afrique de l'Ouest (IFDC, 2011; YAMEOGO *et al.*, 2013) ont également montré la supériorité agronomique de la technologie par rapport à l'application fractionnée de

l'urée perlée. En effet, pour ces auteurs, l'urée apportée à la volée sur le sol est sujette à de pertes énormes et seulement 1/3 de la fraction apportée est utilisée par le riz. Par contre pour l'USG, les pertes représenteraient 1/3 des apports. La réduction des pertes d'azote expliquerait le fait que dans le cas présent, les meilleurs rendements sont issus des parcelles fertilisées avec de l'USG. Ainsi, les pertes par volatilisation et par dénitrification seraient réduites au profit des plantes. Durant le cycle de végétation, les parcelles fertilisées avec l'USG n'ont manifesté aucun symptôme de carence azotée. Cela pourrait signifier que les besoins en azote du riz ont été couverts. En effet avec l'USG placée en profondeur, l'azote diffuse lentement sur une période de 65 jours (GAUDIN, 1988) ; ce qui permettrait au riz de s'alimenter à la demande. Ainsi, le bon taux de recouvrement de l'azote qui pourrait en résulter expliquerait la meilleure efficacité agronomique des super granules d'urée par rapport à l'urée perlée.

En plus de ces effets directs, l'USG aurait quelques effets indirects bénéfiques sur l'alimentation du riz ; nous avons remarqué lors du suivi des parcelles une régression des adventices du riz dans les parcelles fertilisées avec de l'USG par rapport aux parcelles paysannes au point que le sarclage fut omis par endroit. On pourrait croire que l'USG étant placée en profondeur et de façon localisée, les mauvaises herbes à développement plus superficiel ont eu du mal à s'alimenter. Ce constat a été fait par SAVANT et al. (1982) pour qui le PPU ne stimule pas le développement des adventices au contraire de l'apport à la surface du sol ou de l'incorporation de l'urée perlée.

Par rapport à l'USG, le déficit de rendement, de tallage, et de panicules accusé par les parcelles sous pratiques paysannes serait donc dû en partie à l'insuffisance d'azote absorbé par les plantes. Cela s'explique si l'on considère que le taux des pertes peut atteindre 60 à 70 % de l'azote appliqué (IFDC, 2012). A ces pertes énormes s'ajoute le manque de synchronisation entre l'offre et la demande (SEGDA *et al.*, 2004, 2005 ; SEGDA, 2006), en ce sens que l'urée perlée après hydrolyse, diffuse rapidement en 3 à 4 jours. Cet azote libéré ne peut donc pas satisfaire tous les besoins de la plante qui sont étalés dans le temps.

Performances économiques

L'application de l'urée super granulée (USG) prend plus de temps aux producteurs comparativement à l'application à la volée de l'urée perlée. Les 8 hommes-jours pour un hectare nécessaire au placement de l'urée super granulée sont similaires à ceux des estimations antérieures. En Inde une estimation du temps des travaux faisait ressortir que le placement manuel de l'USG en profondeur demandait 8 à 10 jours de travaux supplémentaires pour un homme (SAVANT et STANGEL, 1990). Ce temps d'application très élevé pour l'USG par rapport à l'urée perlée est dû au fait que les granules sont placés manuellement de façon localisée entre quatre plants de riz. Ainsi, sur un hectare de riz repiqué à 20 cm entre les plants (250 000 plants / ha), le producteur aura à placer 62 500 granules dans son champ. Ce temps s'accroîtra pour une densité de repiquage plus importante. Aussi, la résistance du sol à la pénétration est un facteur influençant le temps d'enfouissement de l'USG ; un producteur prendra plus de temps dans l'enfouissement si le sol est tassé et moins de temps dans le cas contraire. Le temps d'application est donc une contrainte non négligeable de la technologie du placement profond de l'urée qui nécessite des charges supplémentaires.

L'analyse économique ayant pris en compte ces charges supplémentaires a montré que la technologie du placement profond de l'urée (PPU) avec un RVC de 2,2 à la Vallée du Kou (VDK) et 3,6 à Bagré est économiquement plus rentable par rapport à l'ancienne pratique utilisant l'urée perlée (RVC de 0,99 à la VDK et 2,4 à Bagré). Ces résultats sont conformes à ceux des études réalisées en Inde (SAVANT *et al.*, 1988 ; SHARMA *et al.*, 1989) et récemment en Afrique de l'Ouest (IFDC, 2009, 2011). Les forces de cette technologie résultent du fait qu'elle permet tout d'abord de réduire les quantités des intrants donc le coût de la fertilisation. Elle permet également une augmentation significative de la production, ce qui augmente le revenu. L'augmentation du revenu monétaire est de 192 420 F CFA à la VDK et de 105 700 F CFA à Bagré. Les effets conjugués de l'augmentation de la production et du revenu monétaire traduisent la dominance de la technologie de placement profond de l'urée sous forme d'urée super granulée sur les pratiques des paysans. Ici apparaît la notion de produire plus avec moins d'intrants. Par contre, les paysans dans leurs pratiques utilisent beaucoup plus d'engrais, ce qui augmente les charges de la fertilisation pour une production moins importante que celle du PPU.

Conclusion

Au terme de l'évaluation, il est établi que le placement profond de l'urée super granulée améliore significativement le rendement paddy en riziculture irriguée par rapport à l'urée perlée apportée à la volée. Avec cette pratique de fertilisation, on est parvenu à des surplus de production de 860 kg/ha et 634 kg/ha respectivement à la VDK et à Bagré. Cette amélioration du rendement serait due à un meilleur taux de recouvrement de l'azote qui est le principal facteur limitant des rendements en riziculture irriguée. En plus des performances agronomiques, la technologie de placement profond de l'urée super granulée s'est montrée économiquement plus rentable que les pratiques des paysans utilisant l'urée perlée. Cela est dû au fait que cette technologie permet de réduire les quantités d'engrais utilisées avec une augmentation significative de la production ; ce qui augmente significativement le revenu monétaire par rapport aux pratiques des paysans. Le placement profond de l'urée super granulée présente donc un potentiel pour l'amélioration de la productivité et de l'efficacité d'utilisation des engrais dans les conditions de riziculture irriguée au Burkina Faso.

Pour accroître la production rizicole dans les plaines aménagées et répondre aux besoins alimentaires à long terme du Burkina Faso, le placement profond de l'urée super granulée pourrait y contribuer efficacement. L'utilisation à grande échelle de l'urée super granulée permettrait d'économiser des devises sur l'importation des engrais azotés et à long terme sur celle du riz par l'augmentation des rendements donc de la production nationale qui en résulterait.

Références citées

- ADDINSOFT., 2007. XLSTAT Pro Version 2.02, www.addinssoft.com
- AFRICA RICE, 2007. Africa Rice Trends, 5th edition: 74 p.
- BOWEN W.T., DIAMOND R.B., SINGH U., THOMPSON T.P., 2004. Urea deep placement increases yield and save Nitrogen fertilizer in farmer's field in Bangladesh. Session 12 conservation of soil, water and environment in rice culture.
- BUNASOLS, 1994. Etude pédologique du périmètre irrigué de Bagré (Bagré aval, bief A et B, première tranche), échelle 1/10 000. Vol. 1: Rapport principal, Rapport technique 95, BUNASOLS, Ouagadougou, 75 p.
- CRAWFORD E., KAMUANGA M., 1987. L'analyse économique des essais agronomiques pour la formulation des recommandations aux paysans, 30 p. Reprint No. 6F
- DOBERMANN A., FAIRHURST T.H., 2000. Rice: Nutritional disorders and nutrient management. International Rice Research Institute & Potash and Phosphate Institute, Singapore, 191 p.
- GAUDIN R., 1988. L'ammoniac NH₃, une clé pour comprendre l'efficacité des super granules d'urée en riziculture irriguée. *L'agronomie tropicale* 43 (1) : 30 – 36.
- HUSSAIN M.J., ALI M.Y., RAHMAN M.A., QUAYYUM M.A., CHOUDURY D.A., 2010. Effet of urea super granule on the performance of cabbage in young Jamuna and Brahmaputra floodplain soils of Tangail. *Bangladesh J. Agril. Res.* 35 (2) : 267-272
- IFDC, 2012. IFDC report, Actualité des travaux et progrès de l'IFDC, Vol (37) 1, 47 p..
- IFDC, 2011. La technologie du placement profond de l'urée peut contribuer de manière significative à la réalisation de l'autosuffisance alimentaire en Afrique de l'Ouest. Fiche d'information, MIR Plus (6) : 4 p
- IFDC, 2009. Le placement profond de granules d'urée : un potentiel pour dynamiser la production de riz en Afrique de l'Ouest. Fiche d'information, MIR Plus, (3) : 2 p
- NEBIE B., 1995. Etude des contraintes agro pédologiques déterminant la production du riz irrigué dans la Vallée du Kou au Burkina Faso. Thèse Docteur ingénieur, option sciences agronomiques, Faculté des Sciences et Technique, Université Nationale de Côte d'Ivoire. 209 p.
- SAVANT N.K., et STANGEL P.J., . 1990. Deep placement of urea super granules in transplanted rice: principles and practice. *Fertilizer Research* (25): 1-83.
- SAVANT N.K., DE DATTA S.K., and CRASWELL E.T., 1982. Distribution patterns of ammonium nitrogen and 15N uptake by rice after deep placement of urea super granules in wetland soil. *Soil Sci Soc Am J* 46: 576 – 573.
- SAVANT N.K., DHANE S.S., TALASHILKAR S.C., and PATIL N.S., 1988. Field evaluation of IFDC dispenser method of using urea super granules for rainfed transplanted rice in Maharashtra, India. *Agron Abstr 1988 Annual meeting*. Anaheim, California, USA. *American society of Agronomy* : 62 p.
- SEGDA Z., 2006. Gestion de la fertilité du sol pour une production améliorée et durable du riz (*Oriza sativa* L.) au Burkina Faso. Cas de la plaine irriguée de Bagré. Thèse présenté à l'UFR/ SVT. Thèse doctorat UO. BF. 202p + publications.
- SEGDA Z., HAEFELE S.M., WOPEREIS M.C.S., SEDOGO M.P., and GUINKO S., 2005. Combining field and simulation studies to improve fertilizer recommendations for irrigated rice in Burkina Faso. *Agronomy journal* (197): 1429-1437.
- SEGDA Z., HAEFELE S.M., WOPEREIS C.S., SEDOGO M.P., et GUINKO S., 2004. Agroeconomic characterization of rice production in a typical irrigation scheme in Burkina Faso. *Agronomy journal* (96): 1313-1322.
- SEGDA Z., BONZI M., HAEFELE M. S., WOPEREIS M. C. S., HIEN V., SEDEGO M. P. et GUINKO S., 2003. Pratiques paysannes et efficacité d'utilisation de l'azote en riziculture irriguée dans la plaine de Bagré au Burkina Faso. *Science et Technique, Sciences Naturelles et Agronomie*, 27 (1 et 2) : 51-64.

SNDR, 2011. Stratégie nationale de développement de la riziculture. Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques, Burkina Faso, 43 p

SHARMA S.K., MURTHY P.K., SUBBAIAH S.V., and PILLAI K.G.K., 1989. Nitrogen management for rice in India. *Soil Fert and Fert Use* 3: 23-37.

WELLENS J., COMPAORE N.F., 2004. Renforcement de la capacité de gestion des ressources en eau dans l'agriculture moyennant des outils de suivi-évaluation. GE-eau, rapport annuel N° 2, 126 p.

YAMEOGO P.L., SEGDA Z., DAKOULO D., SEDOGO P.M., 2013. Placement profond de l'urée 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* vol 70 : 5523-5530