

Effets combinés de la mise en boue et du régime hydrique sur la consommation en eau du riz irrigué sur les sols filtrants de la Vallée du Sourou

Youssouf DEMBÉLÉ¹, Moussa SANON², Léopold SOMÉ³

Résumé

Sur les sols filtrants de la vallée du Sourou, des méthodes d'irrigation combinant à la fois 2 fréquences d'irrigation (3 jours, 5 jours) et 3 lames d'eau (10 cm, 5 cm, humectation du sol jusqu'à saturation) ont été appliquées en 1993 et 1995 sur 3 parcelles préparées différemment : mise en boue fine, mise en boue sommaire, non mise en boue. On constate dans tous les cas que la mise en boue permet une diminution de la percolation de quelques heures seulement. Cette diminution qui s'accroît avec le temps est plus forte dans les parcelles finement mises en boue où la lame d'eau peut rester dans la parcelle pendant 40 heures environ. Avec une lame d'eau de 10 cm et selon les fréquences d'irrigation, la consommation d'eau se situe entre 5 100 mm et 5 500 mm sur les parcelles non-mises en boue, alors qu'elle n'est plus que de 3 600 mm à 4 000 mm sur les parcelles finement mises en boue. Avec une lame de 5 cm, la consommation d'eau est de 1 100 mm - 1 550 mm dans les parcelles finement mises en boue, et de 1 450 mm - 1 900 mm dans les parcelles non mises en boue. La mise en boue n'a qu'un impact limité sur la densité apparente du sol, alors que la disponibilité du sol en éléments nutritifs majeurs augmente légèrement avec la hauteur de la lame d'eau appliquée.

Mots-clés : fentes de retrait, fréquence d'irrigation, lame d'eau, mise en boue, percolation, Sourou.

Effects of the soil puddling and water regime on the irrigated rice water consumption on the filtering soils of Sourou Valley

Abstract

Several water regimes combining 2 irrigation frequencies (3 days, 5 days) and 3 ponding water depths (10 cm, 5 cm, moistening the soil until saturation) have been applied in 1993 and 1995 in the Sourou Valley on three plots that was submitted to different levels of puddling : well-puddled, poorly puddled, non-puddled). The results indicated that soil puddling allows a reduction of percolation, mainly when soil is well-puddled. The percolation rate reduction becomes higher with time.

With a ponding water depth of 10 cm, the water consumption ranges between 5,100 mm and 5,500 mm when the soil is non-puddled, and between 3,600 mm and 4,000 mm when it is well-puddled. But with

¹ INERA - Station de Farako-Bâ 01 BP 910 Bobo-Dioulasso 01 - (Burkina) Tél : 226-20 98 23 29 - Fax : 226-20 97 01 59 - Tél : 226-20 98 23 29 - E-mail : ydembele@caramail.com

² INERA - Station de Di, BP 49 Tougan (Burkina) - Fax : 226-20 53 65 63 Tél : 226-20 53 65 02 - E-mail : moussanon@hotmail.com

³ INERA- 04 BP 8645 Ouagadougou 04 - Burkina Faso) Tél : 226-50 34 02 70 - Fax : 226-50 34 02 70 - E-mail : lsome@liptinfor.bf

a ponding water depth of 5 cm, the corresponding water consumption is 1,100 mm - 1,550 mm in the well puddled plots, and 1,450 mm - 1,900 mm in the poorly puddled plots. The effect of soil puddling on the bulk density is very small, while the soil nutrients availability becomes higher with increasing level of the ponding water depth.

Keywords: Cracks, irrigation frequency, water depth, puddling, percolation, Sourou.

Introduction

La riziculture irriguée est une grande consommatrice d'eau (KAMPEN, 1970 ; DEMBÉLÉ *et al.*, 1999). Mais le riz ne réalise ses meilleures performances que dans les parcelles maintenues submergées sous une lame d'eau (MANDAL et CHATTERJEE, 1984 ; MAITY et SARKAR, 1990) dont le but principal est la lutte contre les adventices (MOODY, 1981 ; SANON, 1986). Cependant, le riz utilise cette eau avec une efficacité plus faible que les autres céréales (BHUIYAN, 1992), puisque la production d'un kg de paddy nécessite 5000 l d'eau. L'essentiel des volumes d'eau apportés (à l'exclusion de ceux destinés à la saturation du sol) est consommé sous forme d'évapotranspiration et de percolation (WATANABE, 1992). Le plus souvent sous forme de percolation, sauf dans les sols à perméabilité très faible (TUONG *et al.*, 1994). L'intensité de cette percolation augmente avec le taux des éléments grossiers, la porosité du sol, la profondeur de la nappe phréatique et la proximité des drains (TALSMA et VAN DER LELIJ, 1976 ; WICKHAM et SINGH, 1978). Elle peut être très importante dans les sols ayant des fentes de retrait (ISHIGURO, 1992 ; KHERA et JALOTA, 1993). Le contrôle de la percolation est donc nécessaire pour accroître l'efficacité de l'eau en riziculture (WATANABE, 1992). Parmi les méthodes préconisées pour réduire la percolation, la mise en boue du sol, technique de préparation du sol décrite par SANCHEZ (1973), DE DATTA ET BARKER (1978) et GHILDYAL (1978), est la plus utilisée. Elle se traduit par une destruction de la structure du sol (donc par une diminution de sa macroporosité), contribuant ainsi à limiter la percolation et, par conséquent, à réduire les pertes d'eau et des éléments nutritifs (WOPEREIS *et al.*, 1992). Elle accroît la capacité de rétention du sol et minimise les risques de stress hydrique en cas de disparition de la lame d'eau (CURFS, 1974).

La Vallée du Sourou, principale zone d'irrigation du Burkina, est située dans le Nord-Ouest du pays (figure 1). Elle renferme un potentiel irrigable de plus de 15 000 ha (30 000 ha en tenant compte des terres irrigables de la Haute vallée du Mouhoun). Les nombreux périmètres qui y sont déjà aménagés (figure 2) couvrent de nos jours une superficie environ 4 000 ha dont près de 3 000 ha ont été réalisés par l'AMVS (Autorité de Mise en Valeur de la Vallée du Sourou), et le reste par d'autres structures. La principale culture pratiquée est le riz, en double campagne, lorsque les sols s'y prêtent. Les sols impropres à la riziculture sont prioritairement réservés au maïs, aux cultures maraîchères, etc. Mais il arrive qu'on pratique sur ces « sols filtrants », la riziculture irriguée, avec d'énormes problèmes de gestion de l'eau (gaspillage d'eau, coût du pompage, stress hydrique, etc.).

Cette étude se propose de trouver, une méthode de gestion de l'eau adaptée en riziculture irriguée, pour les sols filtrants du Sourou, région où les besoins en eau des cultures sont déjà très élevés à cause de l'aridité du climat (SANON *et al.*, 2000 ; SANON et DEMBÉLÉ, 2002). En outre, l'eau d'irrigation ne peut être obtenue que par pompage, ce qui rend son coût d'utilisation assez prohibitif.

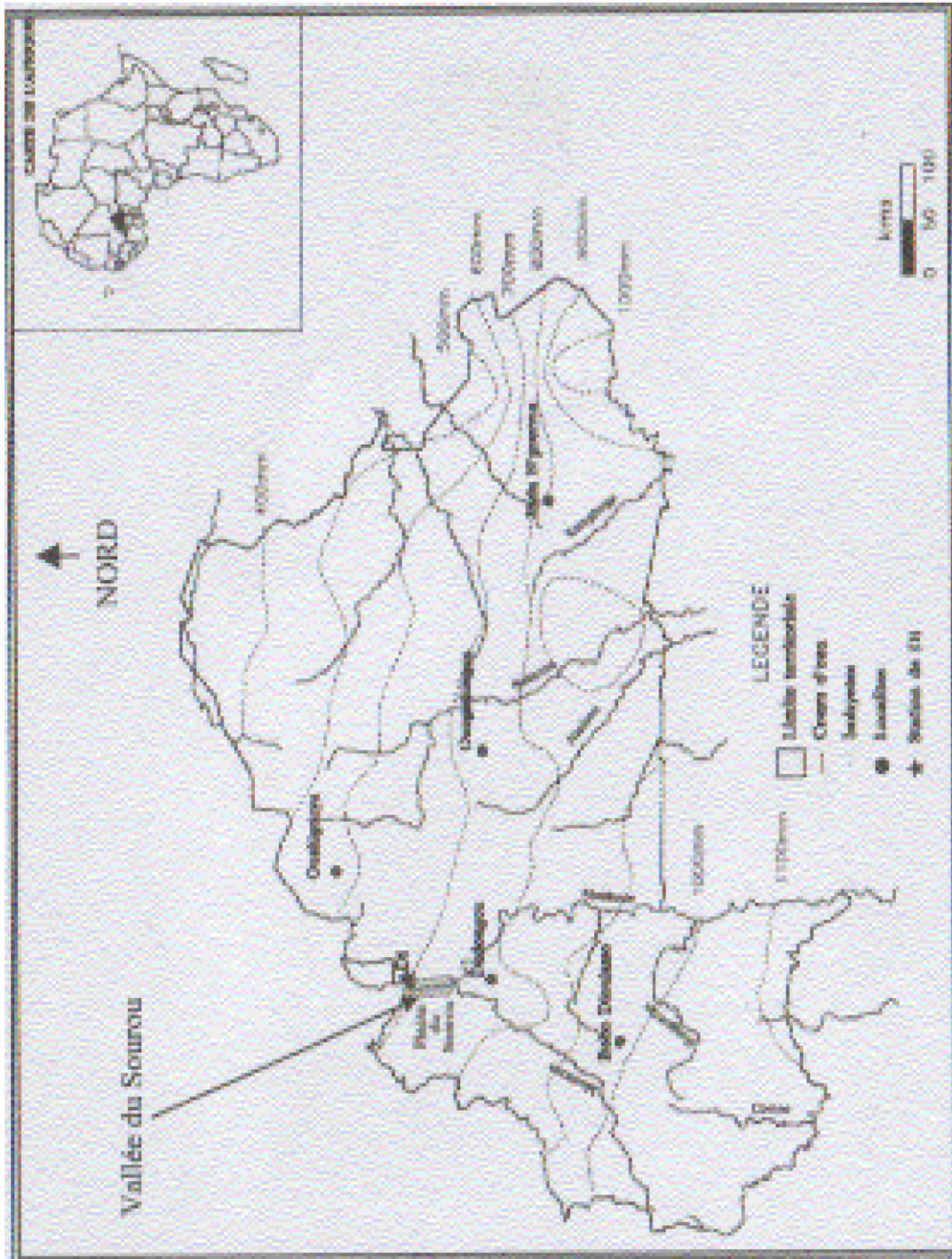


Figure 1. Situation de la Vallée du Sourou.

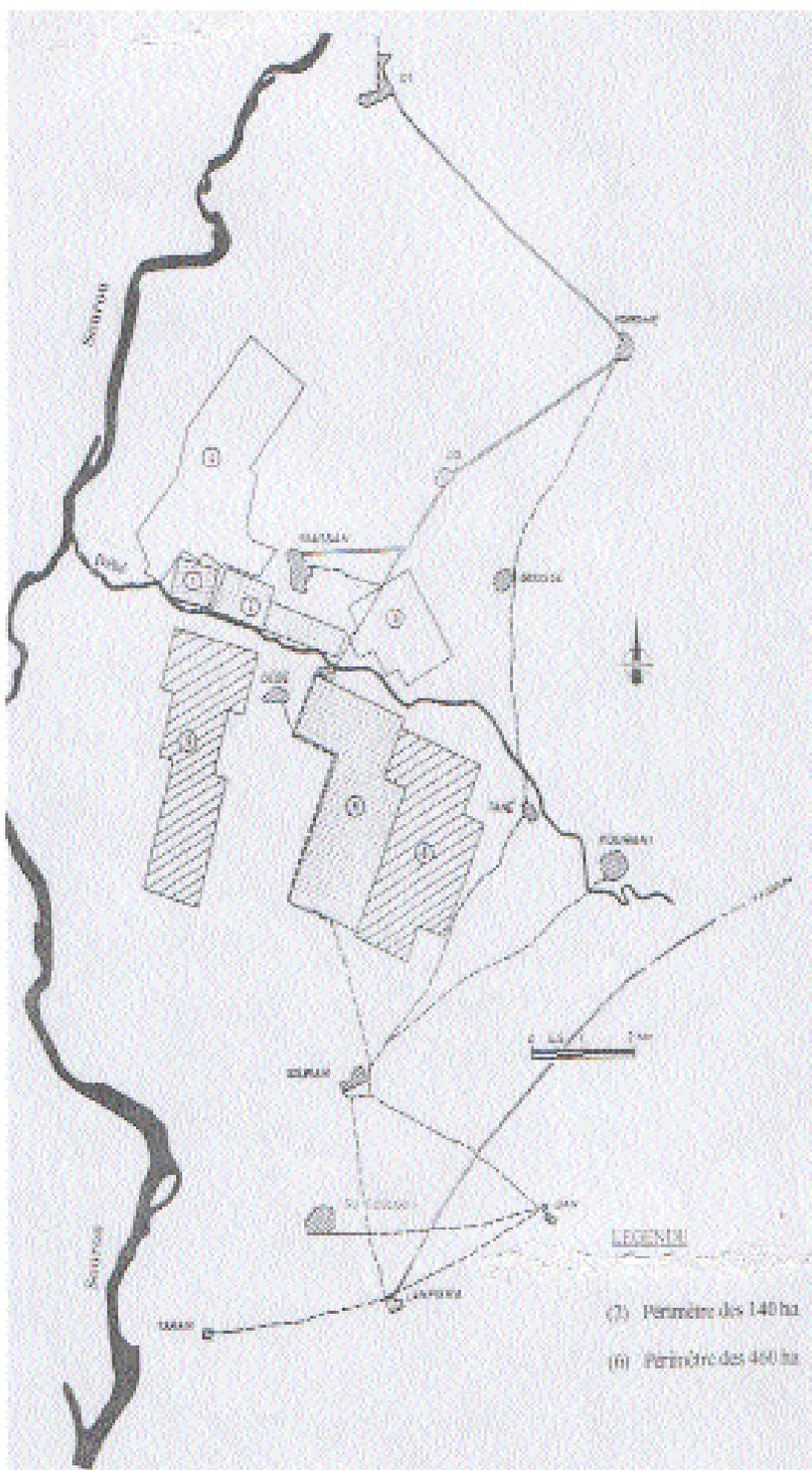


Figure 2. Périmètres irrigués aménagés au Sourou par l’Autorité de Mise en Valeur de la Vallée du Sourou.

Matériels et méthodes

Le site d'étude

L'étude s'est déroulée sur les périmètres irrigués de la Vallée du Sourou (13°12' de latitude nord, 03°13' de longitude ouest), située dans la partie septentrionale de la zone climatique nord-soudanienne. Cette zone est caractérisée par une pluviométrie annuelle faible (en moyenne 650 mm), une répartition très aléatoire des pluies et une demande évaporative très élevée (SIVAKUMAR et GNOUMOU, 1987 ; SANON *et al.*, 2000). L'évaporation annuelle estimée à 2 300 mm environ (PUECH, 1984) atteint son maximum (plus de 10 mm/j) en avril (SANON *et al.*, 2000). Les sols du Sourou sont réputés profonds et riches en argiles gonflantes de type montmorillonite. Ils se caractérisent dans la majorité des cas par la présence de larges et profondes fentes de retrait (figure 3) favorisant une perméabilité élevée des sols.

L'étude s'est déroulée pendant deux campagnes sur deux périmètres aménagés par l'AMVS : En 1993 sur le «périmètre des 140 ha» dont les sols sont à dominante limono-argileuse et, en 1995, sur le «périmètre des 460 ha» où les sols sont plutôt de type argilo-limoneux (tableau I).

Tableau I. Texture des sols des périmètres des 140 ha et 460 ha au Sourou.

Périmètres irrigués	Profondeur sol (cm)	Granulométrie (%)			Classes
		Argile	Limon	Sable	
Périmètre des 140 ha	0-20	32,5	18,2	49,3	Limono-argileux
	20-40	35,1	21,5	43,4	Limono-argileux
	30-60	37,1	19,9	43,0	Limono-argileux
Périmètre des 460 ha	0-20	43,6	19,1	37,3	Argilo-limoneux
	20-40	44,9	22,5	32,6	Argilo-limoneux
	30-60	46,6	20,7	32,7	Argilo-limoneux

Le dispositif expérimental

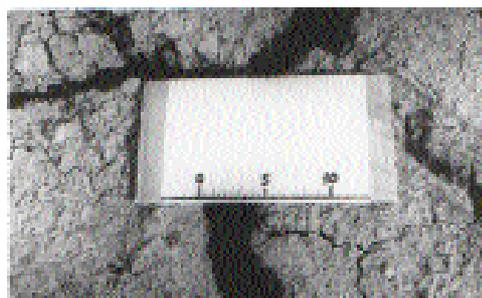
L'essai est de type factoriel comprenant :

- Deux (2) traitements simples « fréquences d'irrigation » ;
- Trois (3) traitements simples « lames d'eau » ;
- Trois (3) traitements « niveau de mise en boue du sol ».

Le croisement de ces 8 traitements simples donne par bloc les 18 traitements présentés dans le tableau II. L'essai comprend 4 répétitions. Il en résulte 72 parcelles élémentaires de 25 m² (5 m x 5 m). Les parcelles élémentaires sont séparées par des diguettes de 0,5 m et les répétitions par des allées de 2 m. La parcelle utile est de 16 m² (4 m x 4 m). Les pratiques culturales appliquées sont celles vulgarisées au Sourou et la variété utilisée est FKR 28. L'étude s'est déroulée sur le « périmètre des 140 ha » en 1993 et, en 1995 sur le «périmètre des 460 ha » (figure 2).



a) Vue générale



b) Dimensions des fentes

Figure 3. Sols filtrants du Sourou présentant des fentes de retrait (règle graduée en cm).

Tableau II. Traitements étudiés en 1993 et 1995.

Préparation du sol	Traitements		Années d'étude			
	Hauteur de la lame d'eau (cm)	Fréquence d'irrigation (jours)	1993	1995		
Non mise en boue	0 (Sol saturé)	3	T1	X	X	
		5	T2	X	X	
	5	3	T3	X	X	
		5	T4	X	X	
		10	3	T5	X	X
		5	T6	X	X	
Mise en boue sommaire	0 (Sol saturé)	3	T7	X	X	
		5	T8	X	X	
	5	3	T9	X	X	
		5	T10	X	X	
		10	3	T11	X	X
		5	T12	X	X	
Mise en boue fine	0 (Sol saturé)	3	T13		X	
		5	T14		X	
	5	3	T15		X	
		5	T16		X	
		10	3	T17		X
		5	T18		X	

La conduite de l'essai

La préparation du sol (mise en boue)

La préparation du sol a été effectuée comme suit :

- parcelles non mises en boue : labour de 10 cm de profondeur, planage à sec et mise en eau ;
- parcelles sommairement mises en boue : labour à 10 cm de profondeur, reprise du labour à 15-20 cm de profondeur, pré-irrigation, mise en boue sommaire, planage et mise en eau ;

- parcelles finement mises en boue : labour à 10 cm de profondeur, reprise du labour à 20-25 cm de profondeur, pré-irrigation, mise en boue fine, planage en humide et mise en eau.

La gestion de l'eau

- Les volumes d'eau d'irrigation (V) ont été évalués en mesurant les débits (Q) à l'aide d'un déversoir RBC (CLEMMENS *et al.*, 1984) placée à l'entrée des parcelles (figure 4a) et en chronométrant les temps (t) d'irrigation. Ainsi :

$$V = Q \times t$$

avec V en litre (l), Q en l/s et t en seconde (s)

- Les hauteurs de la lame d'eau ont été mesurées à l'aide de règles obliques (figure 4b), fixées sur un cadre triangulaire et faisant avec l'horizontale un angle de 45° (RAES *et al.*, 1991). Les valeurs lues sur ces règles sont transformées en hauteurs verticales en les multipliant par le cosinus de 45° (0,71). La baisse de cette hauteur entre deux dates représente la consommation d'eau durant la période concernée.



a) Déversoir RBC pour la mesure des débits



b) Triangle portant une règle oblique servant au suivi des variations de la lame d'eau.

Figure 4. Instruments utilisés pour le suivi de la gestion de l'eau à la parcelle.

L'analyse des caractéristiques du sol

Des échantillons de sol ont été prélevés sur une profondeur de 30 cm dans tous les traitements des répétitions 1 et 3, avant la mise en place de l'essai et à la récolte pour l'analyse afin d'étudier au laboratoire l'influence des traitements sur l'évolution des caractéristiques physiques (densité apparente) et chimiques du sol.

Les paramètres étudiés

L'impact des traitements sur les paramètres suivants a été analysé :

- La décroissance de la lame d'eau, après chaque irrigation, en fonction du temps ;
- La consommation d'eau ;
- Le rendement ;
- La densité apparente (déterminée par la méthode du cylindre) et les caractéristiques chimiques du sol : teneur en éléments majeurs (azote, phosphore, potassium) et niveau du pH.

Résultats

La vitesse de décroissance de la lame d'eau

On constate sur la figure 5, illustrant les résultats obtenus en 1993 sur le « périmètre des 140 ha », que les lames d'eau apportées décroissent très rapidement après chaque irrigation. Ainsi, dans les sols non mis en boue (figure 5a), elle disparaît au bout de 6 heures lorsque sa hauteur initiale est de 5 cm et, après 10 heures, si elle est de 10 cm. La mise en boue sommaire ne semble retarder cette disparition que légèrement (figure 5b) : on note, 10 heures après irrigation, une disparition totale de la lame d'eau pour une hauteur d'eau initiale appliquée de 5 cm, et une lame d'eau de 2 cm pour une hauteur d'eau initiale de 10 cm.

Les figures 6 et 7, issues des résultats obtenus en 1995 sur le « périmètre des 460 ha » montrent aussi que la mise en boue diminue la percolation et permet de maintenir la lame d'eau un peu plus longtemps que dans une parcelle non-mise en boue. Ainsi :

- Si l'on apporte une lame d'eau de 10 cm, ses valeurs résiduelles pour les 3 modes de préparation du sol seront les suivantes :
 - . parcelles non mises en boue (figure 6a) : 3 cm seulement au bout de 10 heures si la fréquence d'irrigation est de 3 jours et, de 4 cm, si elle est de 5 jours ;
 - . parcelles sommairement mises en boue (figure 6b) : entre 4 cm (fréquence de 3 jours) et 4,2 cm (fréquence de 5 jours), 12 heures après irrigation ;
 - . parcelles finement mises en boue : les résultats de mesures effectuées 15 jours après le repiquage du riz (figure 7a) montrent que la lame d'eau vaut encore 8 cm, 12 heures après irrigation, et 3 cm 36 heures après. Les mesures réalisées 60 jours après le repiquage (figure 7b) donnent des lames d'eau de 9 cm et 6,5 cm respectivement 12 heures et 36 heures après irrigation. Dans ces deux cas, on n'observe pas de différence notable entre les effets des deux fréquences d'irrigation.
- Par contre, la disparition d'une lame initiale de 5 cm interviendra au bout de :
 - . 8 h - 10 h sur les parcelles non mises en boue (figures 5a et 6a) ;
 - . 12 h - 13 h sur les parcelles sommairement mises en boue (figures 5b et 6b) ;
 - . 30 h - 40 h sur les parcelles finement mises en boue (figures 7a et 7b).

Avec l'affinement de la mise en boue, le rythme de décroissance d'une lame d'eau de 5 cm devient identique pour les deux fréquences d'irrigation. Globalement, le facteur «lame d'eau» semble prépondérant par rapport au facteur «fréquence d'irrigation».

La consommation d'eau

Les quantités d'eau totales consommées augmentent avec la hauteur de la lame d'eau appliquée et, pour une même fréquence d'irrigation (figure 8). Ainsi, en apportant une lame d'eau de 10 cm, on passe de 5 100 - 5 500 mm sur les parcelles non-mises en boue (figure 8a) à moins de 3 600 - 4 000 mm sur les parcelles finement mises en boue (figure 8c). Par contre, en appliquant une lame d'eau de 5 cm, la consommation atteint 1 100 mm à 1 550 mm dans les parcelles finement mises en boue, et 1 450 mm à 1 900 mm dans les parcelles non mises en boue. Les consommations d'eau sont naturellement plus fortes avec la fréquence d'irrigation de 3 jours qu'avec celle de 5 jours. L'écart entre les deux cas est plus grand sur les parcelles sommairement mises en boue que dans les deux autres cas extrêmes (parcelles non mises en boue et parcelles finement mises en boue).

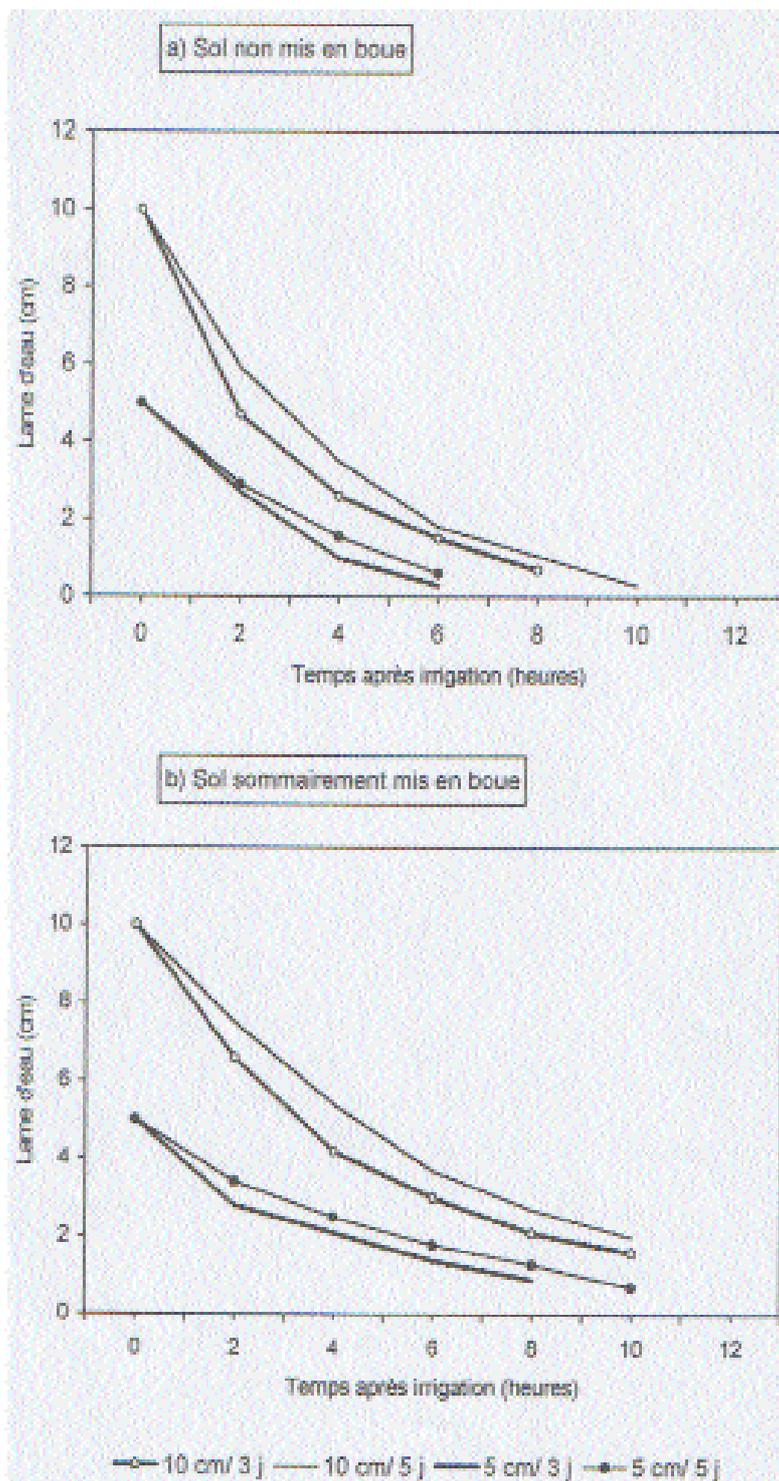


Figure 5. Décroissance de la lame d'eau dans des parcelles de riz préparées différemment sur des sols filtrants du périmètre des 140 hectares au Sourou (1993).

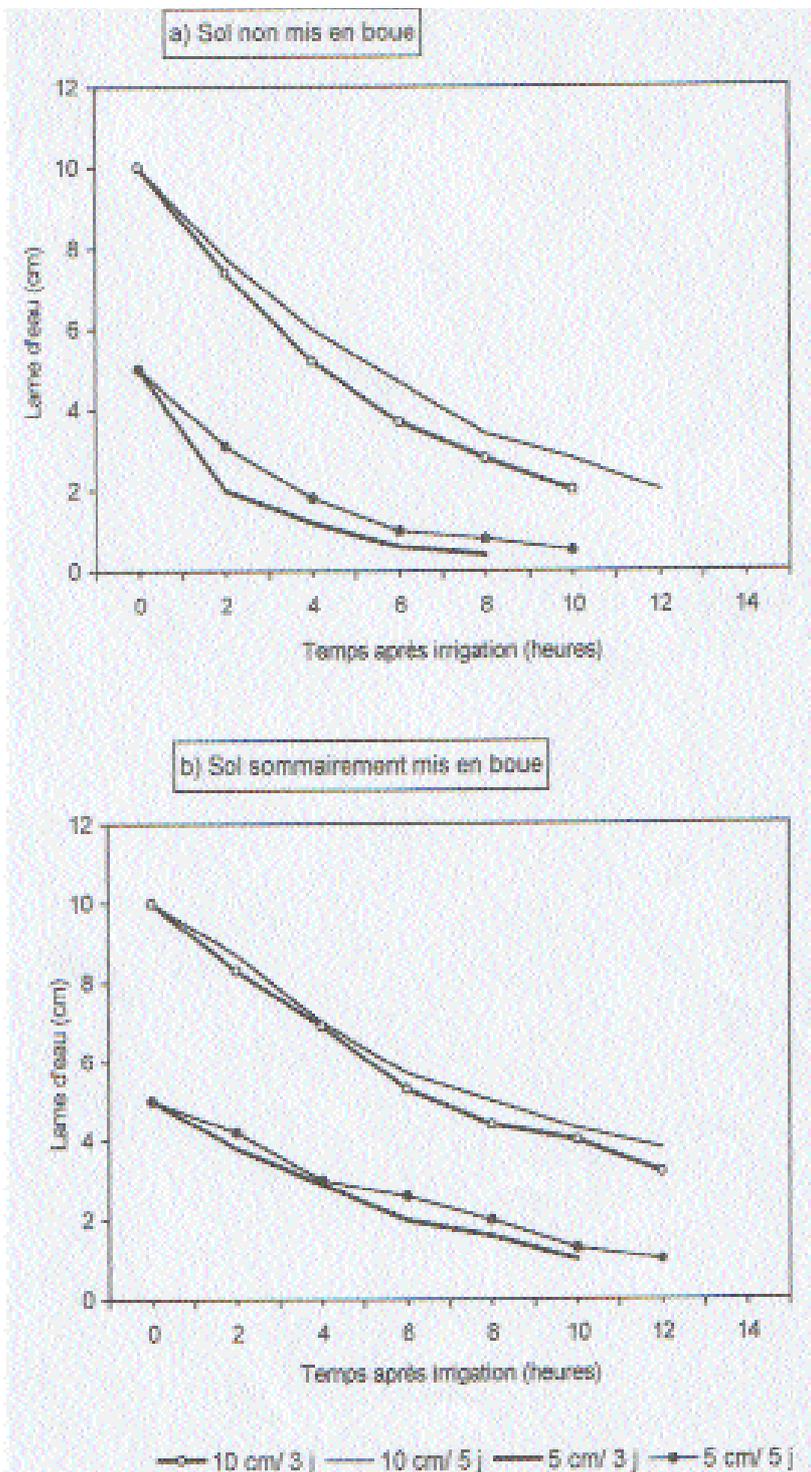


Figure 6. Décroissance de la lame d'eau dans des parcelles de riz préparées différemment sur des sols filtrants du périmètre des 640 hectares ai Sourou (1995).

Les rendements

Pour les facteurs Les « fréquences d'irrigation » et « hauteur de la lame d'eau », les rendements ne montrent pas de différence statistiquement significative due à l'impact des « fréquences d'irrigation » ou des « hauteurs de la lame d'eau » (tableau III). Mais les meilleurs rendements sont obtenus avec les traitements qui consistent à appliquer une T2 ... « (lame d'eau de 5 cm tous les 3 jours ») et ou une « T3 (lame d'eau de 10 cm tous les 3 jours) ». Ce qui confirme que la durée de submersion est un important facteur de l'accroissement des rendements en riziculture irriguée (MANDAL ET et CHATTERJEE, 1984 ; MAITY ET et SARKAR, 1990). La performance relative de ces deux traitements T3 et T2 souligne la prépondérance du facteur « fréquence d'irrigation » par rapport au facteur « hauteur de la lame d'eau » dont l'effet est moins perceptible en raison de la disparition rapide de la lame d'eau favorisée par la présence des fentes de retrait. Le résultat inverse est obtenu lorsque le sol est bien mis en boue.

Les rendements obtenus en 1995 sont particulièrement faibles (tableau IV). La mise en place tardive de l'essai (fin août) a fait que l'épiaison du riz s'est déroulée pendant la période froide, de novembre et décembre, ce qui a provoqué une stérilité élevée des épis.

Tableau III. Effets de différentes méthodes d'irrigation et de préparation du sol sur le rendement du riz durant les saisons humides 1993 et 1995 au Sourou.

Méthodes d'irrigation	Rendements (Kg/ha) à 14 % d'humidité				
	Hivernage 93		Hivernage 95		
Méthodes de préparation du sol	Non mise en boue	Mise en boue sommaire	Non mise en boue	Mise en boue sommaire	Mise en boue fine
Saturation du sol tous les 3 jours	4401	6 704	2 646	3 418	4 380 bc
Lame de 5 cm tous les 3 jours	5023	7 912	3 008	5 812	4 806 b
Lame de 10 cm tous les 3 jours	5702	8 135	3 628	4 728	6 376 a
Saturation du sol tous les 5 jours	5604	7 500	2 516	3 644	3 770 c
Lame de 5 cm tous les 5 jours	4111	5 927	2 804	3 474	4 818 b
Lame de 10 cm tous les 5 jours	4819	6 930	2 866	4 222	5 836 ab
Moyenne	4943	7184	2 911	4 216	4998
Cv	9,9	10,9	13,0	17,0	18,0
Signification	NS	NS	NS	NS	S

ppds = 1 200 kg/ha (résultats 1995)

Les caractéristiques du sol

On constate que la mise en boue sommaire ne modifie légèrement les valeurs de la densité apparente et que celles-ci croissent faiblement lorsque la mise en boue est bien affinée (tableau IV). Dans ce cas, la densité apparente affiche une différence significative avec la densité apparente du sol non mis en boue.

Tableau IV. Impacts des méthodes d'irrigation et de la mise en boue sur la densité apparente des sols «filtrants» du Sourou.

Préparation du sol	Traitements			Densité apparente (g/cm ³)	
	Hauteur de la lame d'eau (cm)	Fréquence d'irrigation (jours)		Début essai	Fin essai
Non mise en boue	0 (Sol saturé)	3	T1	1,35	1,39
		5	T2	1,32	1,33
	5	3	T3	1,35	1,38
		5	T4	1,30	1,34
	10	3	T5	1,37	1,41
		5	T6	1,27	1,30
Mise en boue Sommaire	0 (Sol saturé)	3	T7	1,32	1,40
		5	T8	1,28	1,32
	5	3	T9	1,37	1,42
		5	T10	1,33	1,37
	10	3	T11	1,37	1,42
		5j	T12	1,34	1,38
Mise en boue fine	0 (Sol saturé)	3	T13	1,25	1,44
		5	T14	1,32	1,49
	5	3	T15	1,28	1,41
		5	T16	1,35	1,50
	10	3	T17	1,35	1,51
		5	T18	1,40	1,51

Les méthodes d'irrigation testées n'influencent pas de manière notable les caractéristiques chimiques des sols (tableau V). La mise en boue sommaire semble favoriser une légère augmentation de la teneur du sol en éléments majeurs, notamment en azote (0,40 – 0,85 %). Quant aux apports d'eau (fréquences d'irrigation et hauteurs de la lame d'eau), ils permettent d'observer les tendances suivantes :

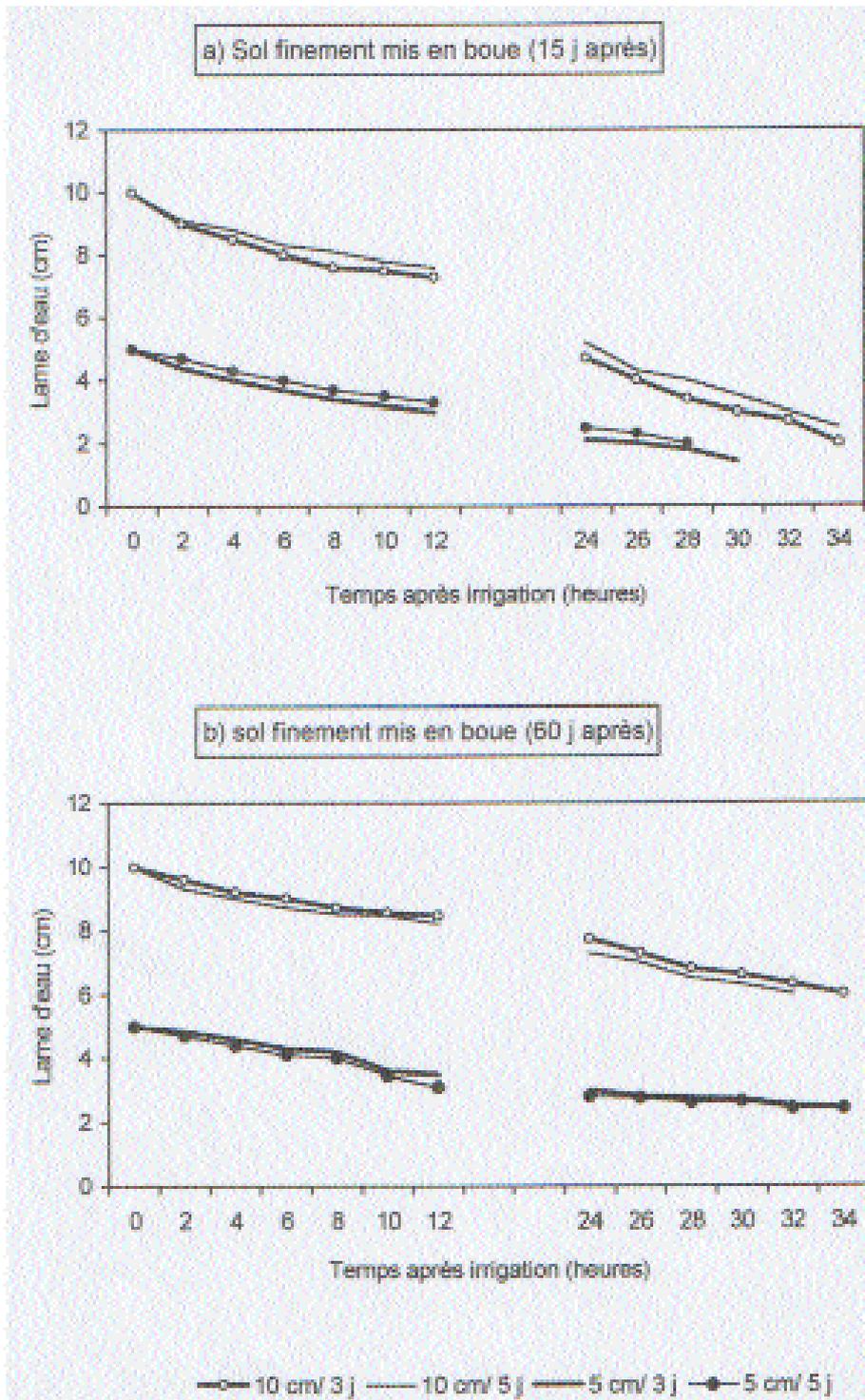


Figure 7. Décroissance de la lame d'eau (mesurée à 2 dates) dans des parcelles de riz finement mises en boue sur des sols filtrants du périmètre des 640 hectares ai Sourou (1995).

- Amélioration du niveau de l’azote avec l’augmentation de la hauteur de la lame d’eau appliquée (de 0 cm, ou saturation du sol à 10 cm), mais aussi avec la fréquence d’irrigation (de 3 j à 5 j). Cette tendance est plus évidente lorsque la mise en boue est affinée ;
- Légère augmentation du phosphore sur les parcelles bien mises en boue, mais une faible baisse avec la fréquence d’irrigation de 3 j ;
- Non influence de la hauteur de la lame d’eau et de la fréquence d’irrigation sur le niveau du potassium qui présente cependant une légère baisse avec l’affinement de la mise en boue des parcelles ;
- Légère augmentation pH sur les parcelles finement mises en boue et une diminution lorsque la fréquence d’irrigation passe de 3 j à 5 j.

Tableau V. Influence des méthodes d’irrigation et de la mise en boue sur les caractéristiques chimiques.

Traitements			Caractéristiques chimiques des sols « filtrants du Sourou »									
Modes de préparation du sol	Hauteur de la lame d'eau (cm)	Fréquence d'irrigation (j)	Au début de l'essai					A la fin de l'essai				
			N (%)	P (%)	K (%)	pHeau	pHKcl	N (%)	P (%)	K (%)	pHeau	pHKcl
Non mise en boue	Sol saturé	3	0,62	0,26	1,17	7,13	5,93	0,58	0,13	1,33	7,16	5,84
	Sol saturé	5	0,71	0,16	1,54	7,50	6,74	0,67	0,15	1,13	7,47	6,43
	Lame de 5 cm	3	0,67	0,16	1,76	7,34	6,53	0,73	0,12	1,13	7,42	6,67
	Lame de 5 cm	5	0,61	0,14	1,16	6,99	5,71	0,60	0,17	1,13	7,13	5,84
	Lame de 10 cm	3	0,65	0,16	1,76	7,72	6,44	0,59	0,16	1,13	7,52	5,39
	Lame de 10 cm	5	0,69	0,16	1,54	7,20	6,18	0,93	0,19	1,73	6,97	5,82
Mise en boue sommaire	Sol saturé	3	0,63	0,16	1,91	7,40	6,45	1,02	0,14	1,34	7,57	6,83
	Sol saturé	5	0,72	0,19	1,62	7,81	7,16	1,33	0,17	1,34	7,76	7,18
	Lame de 5 cm	3	0,71	0,18	1,47	7,69	6,81	1,20	0,18	1,70	7,54	6,66
	Lame de 5 cm	5	0,60	0,18	1,62	7,49	6,54	1,21	0,16	1,53	7,30	6,09
	Lame de 10 cm	3	0,66	0,19	1,39	7,88	7,23	1,51	0,23	1,72	7,81	7,02
	Lame de 10 cm	5	0,69	0,20	1,47	7,26	7,07	1,37	0,15	1,52	7,54	6,53
Mise en boue fine	Sol saturé	3	0,65	0,14	1,46	6,42	6,20	0,65	0,16	0,93	7,40	6,47
	Sol saturé	5	0,70	0,16	1,33	7,34	7,33	0,65	0,17	1,53	7,82	7,48
	Lame de 5 cm	3	0,60	0,12	1,72	7,45	6,67	0,74	0,19	0,83	7,52	6,78
	Lame de 5 cm	5	0,56	0,14	1,53	7,07	5,94	0,61	0,15	1,39	7,48	6,53
	Lame de 10 cm	3	0,79	0,16	1,72	7,65	6,78	0,60	0,14	1,23	7,55	6,89
	Lame de 10 cm	5	0,64	0,13	1,53	7,34	6,49	0,68	0,18	1,13	7,39	6,61

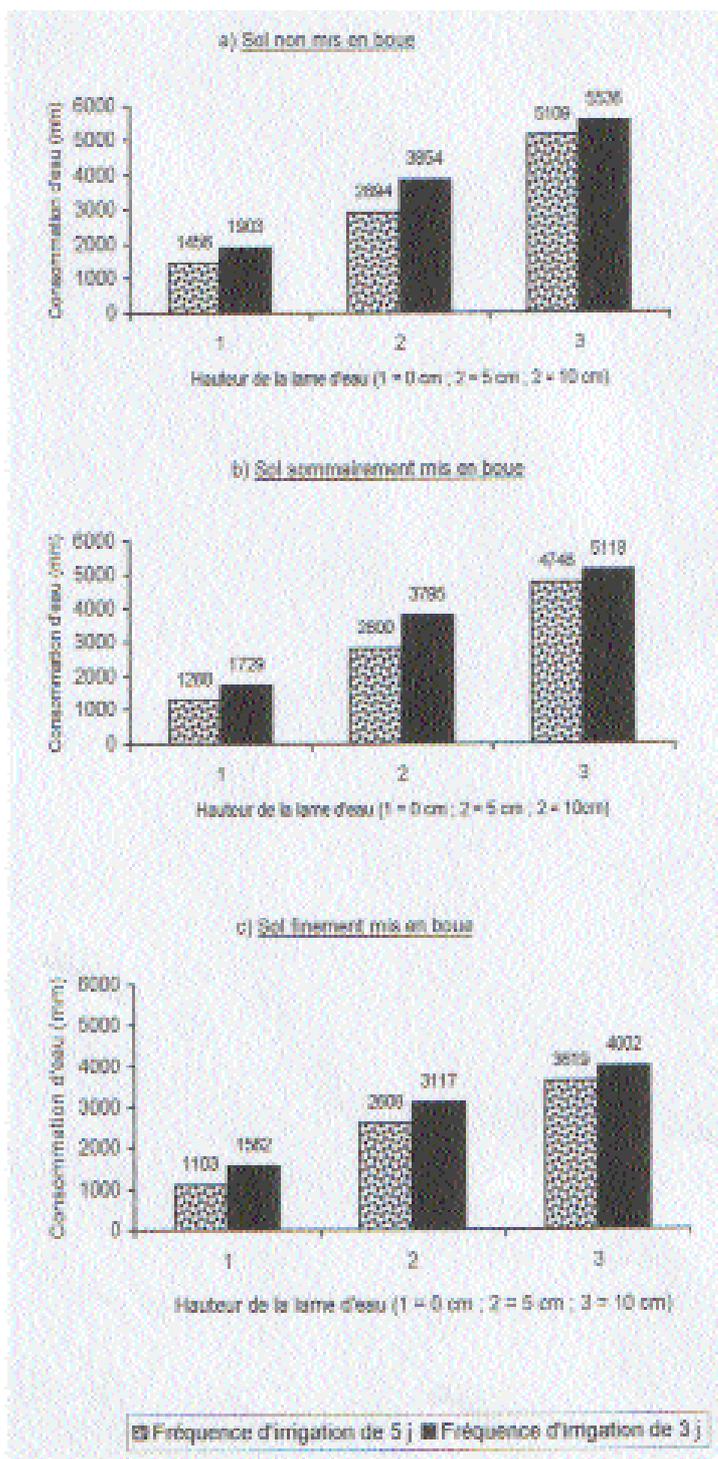


Figure 8. Influence de la mise en boue, de la lame d'eau appliquée et de la fréquence d'irrigation sur la consommation d'eau dans une rizière située sur les sols filtrants du périmètre des 460 hectares au Sourou (1995).

Discussion

La rapidité avec laquelle la lame d'eau décroît sur ces sols très pourvus en argiles (tableau I) est due à deux phénomènes : l'existence d'importantes fentes de retrait comme le montre la figure 3 et la cote très basse de la nappe. La baisse de la lame d'eau est donc principalement le fait de la percolation, même si la demande évaporative est très forte dans cette région (SANON, 2000). L'impact des fentes de retrait sur les pertes d'eau est assez connu (KHERA et JALOTA, 1993) ; les fentes observées au Sourou atteignent des profondeurs importantes : plus de 1,5 m.

Selon ISHIGURO (1992), la mise en boue fait disparaître les fentes de retrait dans la couche supérieure du sol travaillée, mais persistent en profondeur et continuent de drainer l'eau apportée à la surface du sol. C'est pourquoi, si la mise en boue réduit la percolation, comme l'a déjà montré SANCHEZ (1973), son impact reste limité. En effet, même affinée, la mise en boue dont l'impact croît avec le temps, ne permet de maintenir la lame d'eau que pendant une durée maximale d'environ 40 heures seulement (figures 7a et 7b). Le tour d'eau réglementaire de cinq (5) jours appliqué au Sourou est donc difficile à respecter à l'intérieur des quartiers hydrauliques (DEMBÉLÉ, 1999). De ce fait, les risques de stress hydrique et de la prolifération des adventices sont grands (MOODY, 1981) sur les périmètres irrigués.

La consommation d'eau

La mise en boue permet une réduction notable de la consommation d'eau de la culture. En passant de la non-mise en boue à la mise en boue fine, la quantité d'eau consommée peut subir une diminution de 65 à 75 % suivant les fréquences d'irrigation. Ceci est très important dans une région où les besoins en eau des cultures sont élevés (PUECH, 1984 ; SANON, et DEMBÉLÉ, 2002), de même que le coût du mètre cube d'eau.

L'impact des traitements sur les caractéristiques du sol

La densité apparente

Le fait que la mise en boue ne semble pas accroître la compaction du sol est une bonne chose. En effet, si l'on cultive le riz en rotation avec des cultures non submergées, une compaction du sol (densité élevée) pourrait gêner la croissance racinaire de ces cultures (DE DATTA et BAKER, 1978). Par contre, pour la riziculture avec submersion, une densité élevée, synonyme d'une plus faible macroporosité du sol, permet de minimiser les pertes d'eau par percolation. Selon SHARMA et DE DATTA (1985), l'impact de la mise en boue sur la densité apparente du sol dépend de la structure initiale de ce dernier. Si elle est trop compacte au départ, la mise en boue aura plutôt tendance à diminuer la densité apparente et vice versa (SANCHEZ, 1973).

Les caractéristiques chimiques du sol

Si les régimes hydriques appliqués n'influencent que légèrement la disponibilité en éléments nutritifs majeurs, ces résultats confirment ce que d'autres études ont déjà démontré, à savoir que la mise en boue, qui accélère la minéralisation de la matière organique, augmente la disponibilité en azote, phosphore P et potassium K (SANCHEZ, 1973 ; DE DATTA et BARKER, 1978). SANCHEZ (1973) a également montré que la mise en boue diminue les pertes d'azote en riziculture irriguée.

Conclusion

Toute méthode d'irrigation du riz cherchant à maintenir une lame d'eau sur les sols "filtrants" du Sourou, se traduira, par un gaspillage d'eau important pour la plupart des hauteurs d'eau appliquées (sauf pour la simple saturation du sol). Une mise en boue affinée du sol peut cependant contribuer à diminuer la percolation de façon significative, et permettra ainsi de maintenir la lame d'eau 10 cm pendant quelques heures de plus, mais pas au-delà de 40 heures. Ceci montre que le tour d'eau de 5 jours actuellement en vigueur au Sourou n'est certainement pas adapté pour la riziculture irriguée sur ce type de sol. Dans ces conditions, on pourrait exposer la culture à :

- des risques de stress hydrique importants, dus à l'assèchement fréquent du sol ;
- des attaques sévères des mauvaises herbes qui trouveraient un milieu favorable à leur prolifération ;
- une augmentation du coût de production à cause de l'importance des volumes d'eau pompés, dans un contexte où le coût du mètre cube d'eau pompé est déjà très élevé.

Mais en affinant la mise en boue du sol pour améliorer sa capacité de rétention en eau, et en développant une lutte efficace contre les adventices, on pourrait obtenir sur ces sols des rendements acceptables et une efficacité de l'eau élevée. Dans le cas contraire, il serait préférable de les consacrer à d'autres cultures moins exigeantes en eau.

Remerciements

Nous adressons nos vifs remerciements au Centre de Riz pour l'Afrique (ADRAO) qui a bien voulu financer les travaux de cette étude, dans le cadre de ses groupes d'action réseau ouest et centre africain du Riz (ROCARIZ).

Références citées

- BHUIYAN I.B., 1992.** Water management in relation to crop production : case study on rice. Outlook on Agriculture, 21 (4) : 293-299.
- CLEMMENS A.J., BOS M.G. et RIPOGLES J.A., 1984.** Portable RBC flumes for furrow and earthen channels. Transaction of ASAE, 76 : 178- 183.
- CURFS H.P.F., 1974.** Soil preparation and weed control for upland and irrigated rice growing. In : «Report on the expert consultation meeting on the mechanization of rice production», IITA, Ibadan, Nigeria, p. 79-86.
- DE DATTA S.K. et BARKER R., 1978.** Land preparation for rice soils. In : Soil and Rice, IRRI, Los Baños, Philippines, p. 323-348.
- DEMBELE Y., 1999.** Evaluation des performances et diagnostic sommaire de périmètres irrigués au Sourou par l'application de la méthodologie IIMI/PMI-BF. Rapport d'études, AMVS, Ouagadougou, Burkina Faso. 67 p.
- DEMBELE Y., DUCHESNE J., OUATTARA S. et ZIDA Z., 1999.** Evolution des besoins en eau du riz irrigué en fonction des dates de repiquage (Burkina Faso, région Centre). Cahiers Agricultures. 8 : 93-99.
- GHILDYAL B.P., 1978.** Effects of compaction and puddling on soil properties and rice growth. In : «Soil and Rice», IRRI, Los Baños, Philippines), p. 316-335.
- ISHIGURO, 1992.** Effects of shrinkage and swelling of soils on water management in paddy fields. In : «Soil and Water Eng. for Paddy Field Management». Proc. of Intern. Workshop on Soil and Water Eng. for Paddy Field Management, Thailand, jan 28-30, 1992, AIT, Bangkok, Thailand, p. 258-267.

- KAMPEN J., 1970.** Water losses and water balance studies in lowland rice irrigation. Ph D Thesis, Water management.: Cornell univ., Ithaca, New York, USA. 416 p.
- KHERA R. et JALOTA S.K. , 1993.** Puddling deep and soil texture influence on percolation rate (PR). Intern. Rice Research Notes, 1 (4) : 24, Page 24.
- MAITY S. P. et SARKAR M. K., 1990.** Influence of different water management practices on the yield and total evapotranspiration of paddy under different atmospheric evaporative demands. Oryza, 27 : 279-281.
- MANDAL B. K. et CHATTERJEE B. N., 1984.** Growth and yield performance of selected rice varieties during cooler months under two water regimes. Indian Journal of Agronomy, 29 : 94-100.
- MOODY K., 1981.** Weed control in wet Seeded Rice. Experimental Agriculture, 29 : 393-403.
- PUECH C., 1984.** Méthodes de référence pour la conception et l'analyse des aménagements hydro-agricoles au Burkina Faso. Volume 1 : Hydrologie des petits barrages. CIEH, Ouagadougou, Burkina Faso, 82 p.
- RAES D., SYNC B., SERNEELS S. et VAN PASSEL L., 1991.** Analyse du bilan d'eau de deux cuvettes du delta du fleuve Sénégal. Bulletin. Technique n° 3 du Projet Gestion de l'Eau, SAED, Saint Louis, Sénégal, 69 p.
- SANCHEZ P. A., 1973.** Puddling tropical rice soils. 2 - Effects of water losses. Soil Science, 115 (4) : 303-308.
- SHARMA P. K. et DE DATTA S. K., 1985.** Effects of puddling on soil physical properties and process. In : «Soil Physics and Rice», IRRI, Los Baños, Philippines, p. 218-234.
- SANON, M., 1986.** La flore adventice des rizières de Camargue : Evolution et effets des techniques culturales. Mémoire de DAT, CNEARC, Montpellier, France, 132 p.
- SANON M., OUATTARA F. et DEMBELE Y., 2000.** Analyse des contraintes climatiques de la Station de Di au Nord-Ouest du Burkina Faso. Publication de l'Association Internationale de Climatologie, 13 : 301-308.
- SANON S. et DEMBELE Y., 2002.** Irrigation de complément du maïs et du coton dans la plaine du Sourou (Nord Ouest du Burkina Faso). Science et Technique/Sciences Naturelles et agronomie, 25 (1) : 30-45.
- SHARMA P. K. ET DE DATTA S. K., 1985.** Effects of puddling on soil physical properties and process. In : "Soil Physics and Rice", IRRI, Los Baños, Philippines, p. 218-234.
- SIVAKUMAR M.K.V. et GNOUMOU F., 1987.** Agroclimatology of West Africa : Burkina Faso. Information Bulletin n°23, ICRISAT, Patancheru, India, 192 p.
- TALSMA T. et VAN DER LELIJ A., 1976.** Water balance estimation of evaporation from puddled rice field in semi-arid region, Agricultural Water management, 1 : 89-97.
- TUONG T.P., WOPEREIS M.C.S., MARQUEZ J.A. ANDKROPFF M.J., 1994.** Mechanisms and control of percolation losses in irrigated puddled rice fields. Soil Sci. Soc. Am. J., 58 : 1794-1803.
- WATANABE T., 1992.** Water budgets in paddy field. In : «Soil and Water Eng. for Paddy Field Management». Proc. of Intern. Workshop on Soil and Water Eng. for Paddy Field Management, Thailand, jan 28-30, 1992, AIT, Bangkok, Thailand, p. 1-11.
- WICKHAM T. H. et SINGH V.P., 1978.** Water movement through wet soils. In : "Soils and Rice". IRRI, Los Baños, Philippines, p. 337-358.
- WOPERIES M.C.S., WÖSTEN J.H, BOUMA J. et WOODHEAD T., 1992.** Hydraulic resistance in puddled rice soils : measurement and effects on water movements. Soil Tillage Research, 24 : 199-209.