

Gestion technique de la riziculture irriguée

□ □ □

J. C. Poussin

Agronome, ORSTOM, BP 1386, Dakar

A Nianga, les systèmes de productions, caractérisés avant les aménagements par une importante pluri-activité, sont actuellement recentrés sur la culture irriguée (Lericollais, travaux en cours). Pour les paysans, l'irrigation constitue un profond changement dans la façon de produire. En effet l'agriculture traditionnelle, fondée essentiellement sur les cultures de décrue (Boutillier *et al.*, 1962), a un caractère très extensif relativement aux trois facteurs, terre, capital et travail. A l'inverse, l'exploitation des périmètres irrigués, qui s'effectue sur des terres dont le coût d'aménagement varie entre 400.000 et 4.000.000 FCFA/ha, nécessite l'utilisation d'intrants (gas-oil pour l'irrigation, engrais, herbicides, produits phytosanitaires), mobilise fréquemment la mécanisation (motorisation ou traction animale) pour la préparation du sol, voire la récolte, et permet des rendements supérieurs à 6 t/ha.

Pour l'agronome, plusieurs questions, fortement liées, s'imposent : depuis la réalisation du "casier" de Nianga en 1975, soit moins d'une vingtaine d'années, les paysans ont-ils acquis une certaine maîtrise technique de l'agriculture irriguée ? A quels types de problèmes (agronomiques, techniques) sont ils confrontés, et quelles solutions utilisent-ils ? Enfin, quels référentiels, quels savoir techniques mobilisent-ils afin d'élaborer ces solutions ? C'est pour tenter de répondre à ces questions qu'une étude agronomique est menée. L'objet de cette communication est la restitution des résultats obtenus au cours de la première année de travail.

Focalisée sur l'analyse des pratiques culturelles, cette étude vise à comprendre la gestion technique de la culture irriguée. Nous avons choisi, pour cette première année, de nous intéresser principalement à la gestion technique à l'échelle de la parcelle cultivée et de l'unité de production, et secondairement à la gestion collective, à l'échelle des aménagements.

DISPOSITIF D'ENQUÊTE

Le but de l'enquête est d'analyser les diverses modalités de mise en oeuvre par les paysans de l'agriculture irriguée. Nous avons choisi d'effectuer une étude approfondie associant enquêtes, observations et suivis, dans quelques situations "bien choisies". Le choix de ces situations doit permettre de révéler une

large gamme de problèmes de gestion technique. Ainsi, notre "échantillon" se limite-t-il à quatre paysans, cultivant chacun plusieurs parcelles situées dans différents périmètres irrigués (périmètre irrigué villageois, périmètre "intermédiaire", grand périmètre). Les quatre situations choisies sont présentées dans le tableau 1.

Paysan	Village	Statut	Âge	Composition de la famille	Parcelle			
					Périmètre	Nb	Surf.	Culture
A.S.	Donaye	Fils du C.F.	26	4 H (1 âgé)	IT2	4	1.04	riz (CSC, HIV), tomate-oignon (CSF)
				3 F (1 âgée)	Béké-Wéké	1	0.10	riz (HIV) ou tomate-oignon (CSF)
				2 E (10 ans)				
M.S.D.	Ndiawara	C.F.	28	2 H	SUMA Ndiawara	1	0.55	riz (DC)
				2 F (1 âgée)	PIV Ndiawara	4	0.26	riz (CSC, HIV), tomate-oignon (CSF)
				5 E (2 bébés)	Béké-Wéké	1	0.10	tomate-oignon (CSF)
I.D.	Guia	C.F.	26	2 H	SUMA Guia 3	1*	1.02	riz (DC)
				1 F	PIV FED Guia 4	2#	1.00	riz (CSC, HIV)
				2 E (bébés)	PIV Guia 1	1	0.07	tomate-oignon (CSF)
O.D.	Guia	C.F.	56	4 H (2 âgées)	SUMA Guia 3	2	2.04	riz (DC)
				6 F (3 âgées)	PIV Guia 6	2	0.74	tomate-oignon (CSF)
				6 E (1 bébé)				

(*) prêt gratuit ; (#) métayage ; C.F. : chef de fooyre ; DC : double culture ; CSC : contre saison chaude ; HIV : hivernage ; CSF : contre saison froide

Tableau 1 : présentation des situations observées

L'exploitation par un même paysan de plusieurs parcelles dans plusieurs périmètres est assez courante. D'une part, l'exploitation simultanée de plusieurs parcelles induit des concurrences. D'autre part, l'histoire culturelle des parcelles, ainsi que leur situation dans différents périmètres montrent une certaine spécialisation des parcelles, voire des périmètres, en terme de système de culture (Lericollais, 1993). Les périmètres exploités par les paysans suivis sont présentés en annexe 1. Leur diversité porte non seulement sur des caractéristiques techniques relatives au matériel de pompage et la présence d'un réseau de drainage, mais aussi et surtout, sur des modes d'organisation des producteurs et de mise en valeur (tour d'eau, statut du groupement, gestion du crédit, mécanisation, cultures pratiquées et intensité culturelle).

L'étude effectuée dans chaque situation s'échelonne durant toute la campagne agricole et combine :

- un suivi des activités agricoles sur toutes les parcelles de l'exploitation,
- une enquête sur la gestion des périmètres dans lesquels sont situées les parcelles,

- l'observation régulière de l'état de toutes les parcelles exploitées,
- un suivi de l'élaboration du rendement du riz implanté en contre saison chaude 1993.

L'ensemble de ces informations doit permettre de reconstituer le calendrier des travaux agricoles à l'échelle de l'unité de production et les itinéraires techniques pratiqués, ainsi que d'identifier les conséquences et les déterminants des pratiques culturales pour les parcelles cultivées en riz durant la contre saison sèche 1993.

L'analyse de ces informations et la présentation des résultats s'effectue alors à deux niveaux : la parcelle et l'unité de production, en explicitant pour chacun les interactions avec la gestion collective à l'échelle du groupement de producteur ou de l'aménagement.

GESTION TECHNIQUE A L'ÉCHELLE DE LA PARCELLE

Pour cette étude, nous nous sommes limités aux parcelles cultivées en riz durant la saison sèche chaude 1993.

Les pratiques culturales et l'évolution de l'état des parcelles

Les pratiques culturales, présentées en détail en annexe 2, tentent de suivre les modèles techniques vulgarisés par la SAED ou les divers projets à l'origine de la création des périmètres. Ces modèles techniques sont peu nombreux, et les différences essentielles se limitent au type de préparation du sol (manuelle, attelée, motorisée) et au mode de semis (semis direct à la volée ou repiquage). A l'inverse, les modalités d'application de ces modèles techniques pour les sept parcelles suivies sont très diverses.

L'analyse de ces pratiques, complétées par un suivi de l'état des parcelles (Tableau 2) conduit aux remarques suivantes :

- Préparation du sol :

Elle est effectuée à l'aide d'un ou deux passages d'offset dans pratiquement tous les cas. L'utilisation de la motorisation s'explique par un coût relativement faible de la prestation (15.000 F/ha pour 1 passage) allié à une rapidité d'exécution. La gestion du matériel (ou le contrat avec un prestataire) est assurée par le groupement de producteur (GP) ; la qualité du travail réalisé est sous la responsabilité du chauffeur de tracteur.

A Guia 4, le projet FED préconise une pré-irrigation et l'utilisation de la traction bovine pour le labour : sur l'ensemble du périmètre, 5 ha ont été labourés avec les unités de culture attelée mais, voyant la vitesse et la qualité du travail réalisé, et disposant de prestataires à proximité (tracteurs des SUMA), les paysans ont utilisé la motorisation pour réaliser la préparation du sol.

	A.S.	M.S.D		I.D.		O.D.	
	IT2	SUMA Ndiawara	PIV Ndiawara	SUMA Guia 3	PIV FED Guia 4	SUMA Guia 3 pilote	SUMA Guia 3 ferme
	2/03	11/03	20/04	7/03	23/03	9/03	13-23/03
	mottes 5-20 cm	mottes 3-15 cm	mottes 5-20 cm	mottes 5-20 cm	mottes 5-25 cm	mottes 3-15 cm	mottes 5-20 cm
Semis	hétérog. forte adventices micro-relief	hétérog. forte résidus micro-relief	hétérog. forte micro-relief	hétérog. forte adventices résidus micro-relief	hétérog. forte micro-relief résidus	pb nivellement pb irrigation hétérog. forte	hétérog. forte micro-relief adventices résidus
	18 jas	19 jas	15 jas	18 jas	15 jas	15 jas	20 jas
	densité	densité	densité	densité	nbx manques	levée	levée
Levée	très irrégulière adv. 15-30%	assez irrégulière adv. 30-50%	assez irrégulière adv. 10-40%	très irrégulière adv. 30-50%	à la levée ressemis adv. 0-20%	très irrégulière adv. 10-40%	très irrégulière adv. 30-50%
	48 jas	48 jas	30 jas	52 jas	47 jas	43 jas	48 jas
	densité faible maïs régulière adv 0-15%	hétérog. forte (densité, adv.) adv. 0-20%	hétérog. moy. (densité) adv. 0-10%	hétérog. forte (densité, adv.) adv. 30-50% à floraison	hétérog. forte (densité, stade) adv. 0-20%	hétérog. forte (densité, adv.) adv. 20-50%	hétérog. forte (densité, adv.) adv. 0-30%
Initiation Paniculaire	70 jas	70 jas	56 jas	72 jas	75 jas	76 jas	78 jas
	80 %	120 jas	115 jas	105 jas	116 jas	118 jas	117 jas
Maturité	hétérog. forte adv. 0-60%	hétérog. moy. adv. 0-30%	hétérog. moy. adv. 0-30%	hétérog. forte adv. 10-40%	hétérog. forte adv. 10-30%	hétérog. forte adv. 40-60%	hétérog. forte adv. 10-40%

(jas : jours après semis)

Tableau 2 : l'état des parcelles et de la culture.

Dans tous les cas, l'observation de l'état des parcelles avant semis signale de nombreuses mottes et un micro-relief très important. Le plus souvent les paysans tentent de corriger micro-relief et nivellement à l'aide d'un râteau lors de la mise en eau, mais l'état du lit de semence demeure néanmoins très grossier, et la profondeur de la lame d'eau dans la parcelle varie entre 2 et 25 cm même en cas de planage correct. Ces deux éléments induisent des conditions de levée des semences très hétérogènes à l'intérieur de la parcelle.

Cette remarque concerne également la pépinière d'A.S. : celle-ci a été constituée en bordure de parcelle et n'a pas bénéficié d'un soin particulier quant à la préparation du lit de semence.

- Semis :

La date de semis est conditionnée par celle de la mise en eau du périmètre, qui est décidée au niveau du GP qui gère le périmètre (pour Nianga, c'est l'union des SUMA en accord avec la SAED). Cette décision de mise en eau est elle-même conditionnée par l'obtention d'un crédit de campagne (l'existence d'un fond de roulement permet plus de souplesse).

Semis en pépinière et repiquage nécessitant beaucoup de travail, le semis direct en pré-germé est la technique la plus utilisée. Le choix du mode de semis et celui de la variété peuvent faire l'objet d'une concertation lors de la réunion du GP pour la préparation de la campagne, mais ils dépendent, au semis, des initiatives individuelles.

A.S. utilise la technique du repiquage (cas général sur IT2 sauf quelques exceptions), mais il ne pratique pas de pré-germination (ce qui peut expliquer la lenteur observée pour la levée) ; les autres paysans suivis réalisent un semis direct en pré-germé.

Aucun des quatre paysans n'utilise de semences sélectionnées ; pour compenser un pouvoir germinatif incertain, ils ont intérêt à augmenter la dose de semis (la norme se situe autour de 120 kg/ha soit, pour un pouvoir germinatif de 90%, 500 à 600 graines germées/m²). Les doses de semis sont très variables, de 110 à 370 kg/ha ; chez un même paysan, la dose peut varier du simple au double.

Dans tous les cas, on observe une forte hétérogénéité (densité et vitesse) de la levée que l'on peut mettre en relation avec l'état du lit de semence, la variabilité de la profondeur de la lame d'eau et la technique de semis à la volée. Notons que les paysans maintiennent une lame d'eau importante afin d'éviter les dégâts d'oiseaux et la levée précoce des adventices, mais cette importante lame d'eau, du fait de sa température assez basse (surtout en Février-Mars), freine également la levée du riz.

- Désherbage :

Le désherbage chimique est pratiquement obligatoire lors d'un semis direct ; il ne l'est pas pour les parcelles repiquées, du fait de l'implantation de plantes adultes qui supportent une lame d'eau plus importante au détriment des adventices, et peut être remplacé par un sarclage, qui est facilité par la disposition du peuplement.

L'achat des produits de désherbage est en général effectué par le GP. Les paysans peuvent également en acquérir individuellement si la dose ou le type de produit ne leur convient pas, et s'ils peuvent payer au comptant. Mais les fournisseurs à Podor ne disposent pas d'une gamme de produits très variée.

Les techniques mises en oeuvre sont assez variables selon les paysans et également selon les parcelles. On remarque cependant un sous-dosage quasi

général du produit (dose recommandée : 8 à 10 l/ha pour le Propanil) lors du premier désherbage. Un désherbage localisé, qui permet d'utiliser moins de produit, est souvent effectué en "rattrapage", mais généralement trop tard car les adventices sont à un stade trop avancé pour que le produit soit efficace. Le sarclage manuel, difficile lors d'un semis direct et nécessitant une main d'oeuvre importante, est également trop tardif. Les densités d'adventices dans les parcelles, estimées par le pourcentage de recouvrement de la surface (cf. tableau 2), sont ainsi parfois très importantes.

- Fumure :

La fourniture d'engrais suit les mêmes règles que pour les produits de désherbage. Il n'est pas rare que leur livraison ait lieu après le démarrage de la campagne.

La fumure conseillée est un engrais de fond lors de la préparation du sol, suivi de deux apports égaux d'urée, soit au total 120 unités d'azote. Les dates d'apports sont fixés en nombre de jours depuis le semis, et correspondent aux stades tallage et début montaison (ou initiation paniculaire) pour la variété Jaya cultivée en hivernage.

Seul A.S. réalise une fumure de fond ; les autres n'ont pas reçu l'engrais à temps pour effectuer cette opération. Le fractionnement en deux apports est très souvent réalisé, mais la comparaison entre les dates de ces apports et les dates des stades montre qu'il n'existe pas de correspondance systématique.

Les doses totales d'azote apporté sont très variables ; chez un même paysan, elles peuvent varier du simple au double selon la parcelle.

- Irrigation :

Les contraintes qui pèsent sur l'irrigation au niveau de la parcelle sont essentiellement liées aux caractéristiques du périmètre (station de pompage, qualité du réseau, existence de tours d'eau) et à sa gestion par les groupements de producteurs.

Dans les périmètres suivis, deux problèmes sont apparus. Sur la parcelle d'O.D. (SUMA Guia 3 pilote), la lenteur de la mise en eau est due au mauvais état de l'irrigateur (pente et enherbement) qui n'est pas entretenu par le groupement de paysans. Sur le PIV de Ndiawara, le GMP est ancien et le tour d'eau dure 7 à 12 jours ; la parcelle de M.S.D. était parfois très asséchée et la culture a dû en souffrir. De plus, la subdivision des parcelles par des diguettes pour corriger un mauvais planage, complique fortement la gestion de l'eau à l'échelle de la parcelle.

Notons que l'assec ou l'arrêt de l'irrigation s'effectue assez tard afin que les dernières panicules ne subissent pas de stress. Cette pratique (en plus des fréquents mélanges variétaux) induit un étalement de la maturité des panicules qui pose certains problèmes à la récolte, particulièrement lorsque celle-ci est

mécanisée (Le Gal, 1988 ; Dingkuhn *et al.*, 1993).

- Récolte :

La récolte manuelle nécessite souvent l'appel à une main d'oeuvre salariée pour le fauchage et le battage (les batteuses mécaniques sont rarement en état de fonctionner). Son coût (fauchage et battage) représente généralement 20% de la quantité de paddy récoltée.

La présence de moissonneuses-batteuses incite les paysans à réaliser une récolte mécanisée, d'autant que le coût de la prestation est relativement faible (15% à 20% du paddy récolté pour un rendement supérieur à 4 t/ha). En dehors d'une taille suffisante des parcelles (au moins 0,5 ha) et de la présence de pistes d'accès, elle nécessite une portance et une homogénéité quant à la maturité des panicules plus importantes qu'en récolte manuelle. Cette nécessité, ainsi que l'arrivée tardive des machines ont généralement pour conséquence une récolte du riz à surmaturité, avec des pertes par égrenage au champ parfois importantes.

Conséquences des pratiques sur l'élaboration du rendement

L'observation des conditions d'implantation du riz nous a conduit à mettre en place un dispositif visant à mesurer la variabilité intra-parcellaire et son évolution au cours du cycle de la culture. Plutôt que la mise en place d'un suivi de stations à l'intérieur de chaque parcelle, nous avons choisi de pratiquer des sondages à différents stades "clés" vis à vis de l'élaboration du rendement du riz : après la levée ou le repiquage (mesure du nombre de pieds), à l'initiation paniculaire (nombre de talles et biomasse aérienne mesurée par le poids de matière sèche) et à la maturité (nombre de panicules, de grains, et rendement).

Le tableau 3 récapitule les résultats obtenus par ces sondages dans les différentes parcelles observées. Ces sondages étant effectués au hasard dans la parcelle, le nombre de répétitions étant faible et l'hétérogénéité intra-parcellaire forte, les moyennes des sondages ne sont pas strictement représentatives des moyennes parcellaires. Les valeurs minimales et maximales sont indicatives de la variabilité intra-parcellaire.

Les rendements moyens, calculés à partir des sondages, sont nettement supérieurs à ceux obtenus dans les parcelles. Pour espérer approcher au mieux le rendement de la parcelle (ce qui n'est pas ici l'objectif du sondage), il est nécessaire d'effectuer un zonage de la parcelle, puis d'effectuer un sondage dans chacune des zones identifiées.

	A.S.			M.S.D						I.D.						O.D.					
	IT2			SUMA Ndiawara			PIV Ndiawara			SUMA Guia 3			PIV FED Guia 4			SUMA Guia 3 pilote			SUMA Guia 3 ferme		
	moy	min	max	moy	min	max	moy	min	max	moy	min	max	moy	min	max	moy	min	max	moy	min	max
nb pieds	12	7	17	234	78	388	251	206	388	202	57	378	71	29	141	92	37	311	179	38	367
nb talles	79	60	100	151	118	210	220	163	277	297	225	339	123	94	122	117	65	222	241	113	554
biomasse aérienne (g)	89	51	123	406	355	467	321	212	401	364	290	431	239	135	312	236	98	471	259	134	524
nb panicules	93	35	119	148	95	194	147	126	164	219	206	243	171	125	211	236	130	370	-	-	-
panicules fertiles	92	34	118	141	93	186	143	126	160	219	206	243	169	123	207	229	123	367	-	-	-
nb grains (x1000)	7.3	2.6	10.2	7.2	5.2	8.7	10.5	9.7	11.3	9.7	7.3	11.3	12.2	8.6	14.3	7.3	6.3	8.9	-	-	-
grains pleins (x1000)	6.2	2.0	9.2	6.8	5.0	8.4	8.7	7.9	9.2	8.4	5.5	9.5	10.1	7.4	11.9	6.5	5.7	7.8	-	-	-
poids 1000 grains (g)	18.0	16.6	18.5	22.0	21.2	22.5	23.0	22.3	23.2	21.0	20.1	21.7	20.2	20.1	21.0	21.0	20.5	21.8	-	-	-
rdt station (t)	3.9	1.4	5.7	5.9	3.9	6.8	7.0	6.2	7.5	6.1	4.1	7.0	7.3	5.2	8.8	4.9	4.4	5.6	-	-	-
rdt parcelle (t)	2.5			3,5			4,0			3,0			4,5			2,0			-		

N.B. : Exceptés les rendements (en t/ha) les composantes sont mesurées sur une surface de 0.332 m².

A la suite d'un désaccord avec O.D. nous n'avons pas pu effectuer nos sondages à maturité sur sa parcelle SUMA Guia 3 pilote.

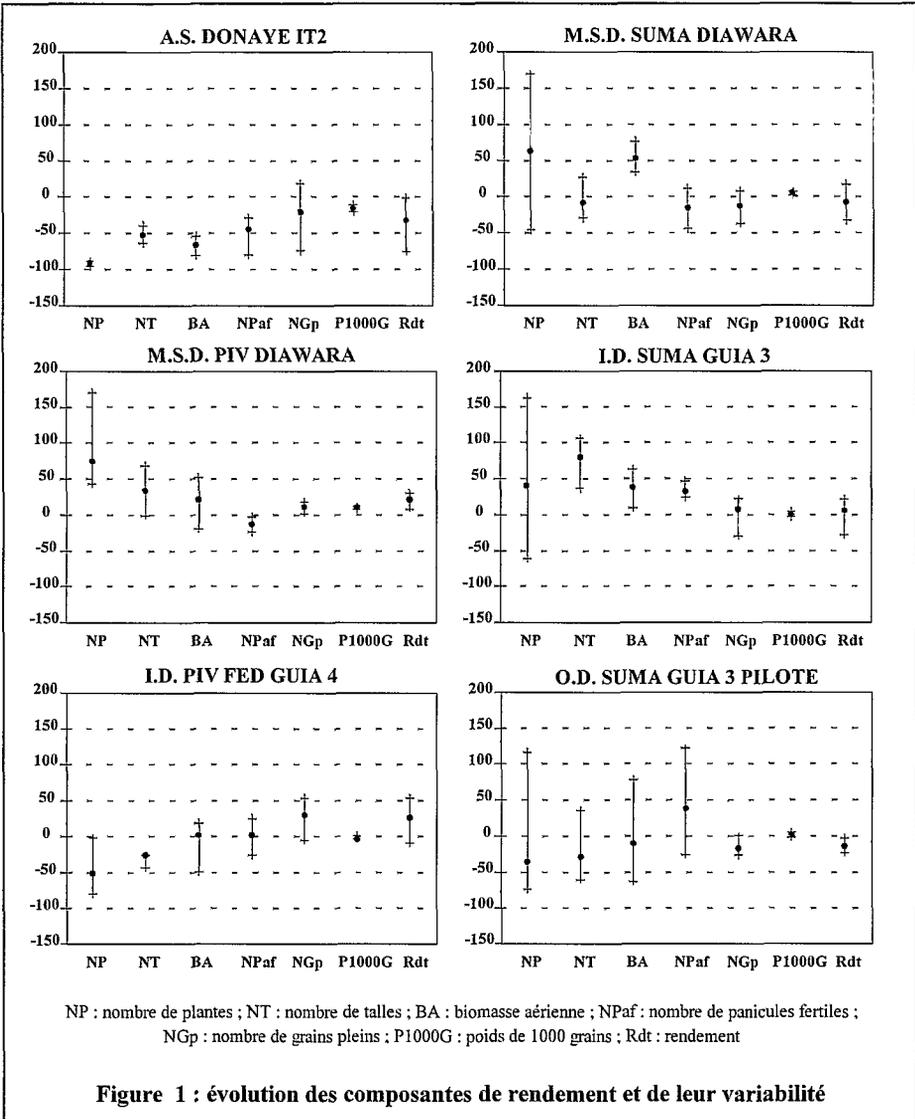
Tableau 3 : élaboration des rendements des parcelles.

Les graphiques de la figure 1 sont construits à partir du tableau 3 : la valeur 0 correspond à la valeur moyenne sur le réseau pour chaque composante ; les écarts mini et maxi sont exprimés en pourcentage des valeurs moyennes. Ces graphiques permettent de comparer les parcelles entre elles sur la base des composantes de rendement observées et de leur variabilité, en relation avec les itinéraires techniques pratiqués. Cette analyse s'appuie sur un schéma d'élaboration du rendement du riz irrigué (Durr, 1984). Dans ce schéma, la biomasse aérienne potentielle à l'initiation paniculaire est fonction de la densité de plantes ; la biomasse obtenue dépend alors de la nutrition azotée jusqu'au stade initiation paniculaire. Le nombre de panicules est fortement lié à cette biomasse. Le nombre de fleurs par tiges, et donc le nombre de grains, dépend alors de la croissance des panicules ; cette croissance des panicules nécessite une bonne nutrition azotée.

A.S. Donay IT2 :

La pratique du repiquage est à l'origine de la relative homogénéité de la densité de plantes (NP). Le tallage très important ne compense pas la faible densité (les poquets de 2 à 4 plantes sont espacés de 25 à 35 cm). La faible biomasse aérienne, induite par cette faible densité et un premier apport d'urée tardif, limite le nombre potentiel de panicules. La dose d'azote très importante

permet néanmoins une bonne croissance des panicules, laquelle induit un important nombre de grains (NG). Le poids de 1000 grains pleins (P1000G) relativement faible peut s'expliquer par le nombre de grains par panicule très élevé.



L'augmentation de la variabilité des composantes est liée à l'infestation croissante par les adventices, en particulier du genre *Echinochloa*, qui n'est pas contrôlée par un sarclage.

M.S.D. SUMA Ndiawara :

Les conditions d'implantation et la densité de semis sont à l'origine de l'irrégularité de la densité de plantes qui peut dépasser 1.000 pieds/m² par endroits ; l'importance de la densité explique le faible tallage (ces remarques sont générales aux parcelles semées par semis direct).

La forte biomasse aérienne s'explique par le nombre de plantes (NP) et un premier apport d'azote adéquat, mais la faible dose du second apport limite le nombre de panicules fertiles (NPAF) ainsi que leur croissance, ce qui induit un faible nombre de grains (NG).

La variabilité reste assez importante, mais relativement constante, tout au long du cycle à cause d'une maîtrise précoce des adventices.

M.S.D. PIV Ndiawara :

Les problèmes d'irrigation sont sans doute à l'origine d'une biomasse aérienne et d'un nombre de panicules limités (et peuvent aussi expliquer la réduction de la variabilité). L'importance du nombre de grains et du poids de 1.000 grains est liée à une bonne nutrition azotée ; la dose totale d'azote est néanmoins trop élevée (210 unités alors que 120 sont conseillées).

I.D. SUMA Guia 3 :

La dose du premier apport ainsi que l'infestation importante par les adventices expliquent la faible biomasse aérienne, qui limite le nombre potentiel de panicules, et donc le nombre de panicules, malgré un deuxième apport d'urée important. L'importance de la concurrence avec les adventices ainsi que certains problèmes d'irrigation liés à la subdivision de la parcelle afin de corriger le planage, interviennent pour limiter le nombre de grains.

La variabilité des composantes est liée à l'irrégularité du peuplement et l'enherbement, et reste assez forte tout au long du cycle.

I.D. PIV FED Guia 4 :

La mauvaise pré-germination est à l'origine des manques à la levée. Le ressemis ne permet pas de rattrapage car le nombre de talles reste faible. L'important apport d'urée permet néanmoins l'obtention d'une biomasse aérienne ainsi qu'un nombre de panicules et un nombre de grains élevés.

L'augmentation de la variabilité en fin de cycle est liée à un enherbement tardif, non contrôlé par le sarclage.

O.D. SUMA Guia 3 pilote :

Cette parcelle est particulière. La variabilité très forte de la densité (pieds et talles), de la biomasse aérienne et du nombre de panicules est liée à la très forte irrégularité du peuplement. L'absence de désherbage et de sarclage induit

une très forte concurrence entre le riz et les adventices, qui explique le faible nombre de grains.

L'observation et le suivi de quelques parcelles ont permis de relever quatre grands types de problèmes qui influent plus ou moins directement sur la conduite de la culture et l'élaboration du rendement :

- 1) Les conditions d'implantation (mauvaise qualité du lit de semence, maîtrise de la pré-germination, semis direct à la volée, densité de semis, contrôle de la hauteur de la lame d'eau) induisent un peuplement très irrégulier ainsi qu'un démarrage précoce de l'infestation par les adventices. Le repiquage permet de corriger ce phénomène (la densité de plants peut être augmentée), mais il nécessite une main d'oeuvre importante et il est difficile de faire appel à l'entraide lorsque la main d'oeuvre familiale est réduite.
- 2) L'infestation par les adventices conditionne fortement la production. Elle est mal contrôlée par les paysans, soit par la hauteur de la lame d'eau, soit par désherbage chimique (dose, stade d'application, choix et disponibilité du produit selon le type d'adventice), soit par sarclage manuel (stade avancé des adventices). Notons que cette infestation concerne également les diguettes et les canaux d'irrigation, dont l'entretien est géré par le GP.
- 3) La conduite de la fumure conditionne également fortement la production. L'adaptation des doses et le calage des dates d'apports vis-à-vis de la croissance de la culture ne semble pas encore acquis.
- 4) L'irrigation enfin est déterminante. Le réseau hydraulique, dont l'entretien doit être régi par le GP, est rapidement dégradé (les travaux d'entretien des canaux existent dans les PIV, mais pas dans les deux SUMA suivies). Cette dégradation influe directement sur l'irrigation des parcelles, de même que l'état du GMP ou de la station de pompage, et peut conduire à l'arrêt de l'exploitation du périmètre.

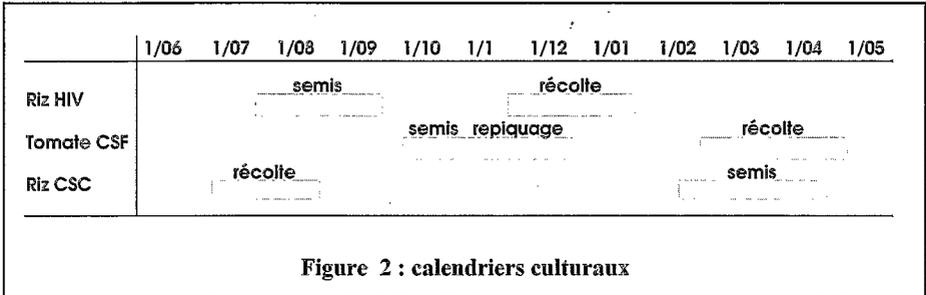
GESTION TECHNIQUE A L'ÉCHELLE DE L'UNITÉ DE PRODUCTION

Nous limiterons notre analyse aux problèmes d'organisation du travail liés à la conduite simultanée de plusieurs parcelles ou spécifiques à certaines successions culturales, et à ceux nés d'une organisation collective de la production.

Organisation du travail et systèmes de culture

Compte tenu des calendriers des trois campagnes culturales (riz d'hivernage, tomates et oignons de contre saison froide, riz de contre saison chaude) menées sur différentes parcelles, les paysans (pas seulement les quatre qui ont

été suivis) sont généralement confrontés à un problème de concurrence entre travaux pendant trois périodes (Figure 2).



La première se situe en novembre-décembre. A cette période, deux ensembles de travaux peuvent entrer en concurrence : le repiquage des tomates et des oignons d'une part, semés en pépinière de fin septembre à fin octobre, et d'autre part, la récolte du riz d'hivernage, implanté entre fin juillet et début septembre. Les semis précoces (riz de cycle unique, tomates et oignons primeurs) conduisent à une superposition plus marquée des deux ensembles de travaux.

La concurrence entre travaux se superpose à celle entre deux objectifs. Le premier est un objectif à court terme d'auto-consommation du riz récolté ; il est d'autant plus important qu'il peut exister un problème de soudure alimentaire liée à la taille de la famille et/ou une mauvaise récolte de riz de contre saison chaude. Le second est un objectif à plus long terme, d'un surplus monétaire obtenu grâce au maraîchage ; d'une part, un retard sur le repiquage influe durement sur la production, d'autre part, les prix sont plus élevés pour les primeurs, et chutent ensuite fortement. Le plus souvent, c'est l'objectif à court terme qui est privilégié ; la récolte du riz est alors prioritaire.

La seconde période se situe en mars-avril, où il y a concurrence entre l'implantation du riz de contre saison chaude (semis, repiquage, désherbage), la récolte des tomates et, dans une moindre mesure, celle des oignons.

La culture de la tomate s'effectue sous contrat avec un industriel qui assure la commercialisation de la production. La récolte des tomates est prioritaire ; son rythme est déterminé par le passage des camions chargés de l'évacuation de la production.

A l'inverse, la commercialisation des oignons n'est pas assurée ; le marché local est très rapidement saturé et les prix chutent fortement. Les paysans peuvent différer la récolte (conservation au champ ou dans des magasins), ou chercher à vendre immédiatement leur production en dehors de la zone, vers Matam ou Bakel, et peuvent alors s'absenter plusieurs semaines. La gestion des priorités entre travaux concerne ainsi un choix entre l'implantation précoce du riz (semis et désherbage) afin d'éviter un risque de pluie avant et

pendant la récolte, et la récolte des oignons, avec commercialisation immédiate pour obtenir un revenu monétaire, ou stockage avec risque de pertes qui constitue un pari sur l'évolution des prix.

La troisième période concerne la concurrence entre récolte du riz de contre-saison et semis du riz d'hivernage, lorsque ces deux cultures sont conduites sur des parcelles différentes. Cette "fausse" double culture est assez fréquente. La culture de contre saison chaude est implantée de début mars à mi-avril, et la culture d'hivernage peut être semée dès la fin du mois de juillet ou le début du mois d'août. Comme pour la première période, la récolte est réalisée en priorité pour subvenir aux besoins alimentaires de la famille.

Les paysans pratiquent également la "vraie" double culture. C'est le cas cette année sur plus de 70% des parcelles du périmètre de Nianga, et à Guia 4, toutes celles cultivées en contre saison chaude ont été implantées, même très tardivement, en hivernage.

La possibilité de réaliser deux cycles de culture sur la même parcelle a déjà été étudiée (Jamin, 1986 ; Le Gal, 1988 ; Le Gal 1989). Outre la prise en compte des contraintes agro-climatiques pour le choix des variétés et des calendriers culturaux (Dingkuhn *et al.*, 1993), c'est l'organisation collective de la production qui pèse sur l'existence de deux goulots d'étranglement lors de l'implantation de chaque cycle (Le Gal, travaux en cours).

Organisation collective et conduite des cultures

La décision de réalisation d'une campagne de culture est prise par le GP après consultation des paysans lors d'une assemblée générale. Les entretiens avec les paysans et les chefs de groupement montrent que l'idée de la réalisation d'une prochaine campagne est généralement très précoce. Mais la formulation du projet lors de l'assemblée générale et sa mise en oeuvre sont effectués très tardivement, souvent moins d'un mois avant le démarrage de la campagne. Pourtant, la formulation d'un projet de campagne concerne des éléments essentiels :

- remise en état éventuelle du GMP et du réseau d'irrigation ;
- organisation des travaux de préparation du sol (après une pré-irrigation dans les PIV FED) ;
- prévision des achats d'intrants (gasoil, engrais, *etc.*) ;
- montage éventuel d'un dossier de crédit.

Les paysans, membres du groupement, semblent très peu participer à la prise de décision (Tarrière, 1993). Les membres du bureau et particulièrement le président, par leurs qualités personnelles, ont un rôle décisif dans le fonctionnement du GP : un président peut ainsi avoir formulé très tôt le projet de campagne, l'assemblée générale n'ayant pour but que d'entériner ce projet.

L'existence d'un fonds de roulement couvrant la majorité des charges de culture est un atout essentiel au démarrage précoce de la campagne. Il permet également de faire face rapidement à un accident en cours de culture comme la panne du GMP. Pour pallier l'absence de fonds de roulement, le GP a recours au crédit (bancaire, s'il a un statut de GIE, privé sinon) et/ou demande aux paysans une cotisation. L'obtention d'un crédit bancaire suppose un délai important, et nécessite le remboursement des prêts antérieurs. Quant aux cotisations, elles peuvent aussi être longues à réunir et dépendent fortement de la réussite de la campagne passée. Le renouvellement du fonds de roulement doit donc constituer pour le GP une priorité.

Les intrants distribués (engrais, herbicides) sont identiques pour tous les paysans d'un même groupement ; les quantités sont calculées au prorata des surfaces. Certains paysans ont exprimé lors de nos entretiens leur désaccord avec le chef du groupement pour le choix des engrais (type et quantité), mais ils ne désirent pas intervenir auprès du bureau pour modifier ce choix. La gamme des produits disponibles chez les fournisseurs est limitée (l'achat d'un désherbant ou d'un produit de traitement spécifique est souvent difficile) et les délais d'approvisionnement sont très variables. Ainsi, en 1993, l'engrais de fond a été livré après le semis. Mais cette uniformité au sein des groupements peut être masquée au niveau des parcelles par deux types de mécanismes. D'une part, les paysans peuvent s'approvisionner individuellement auprès des fournisseurs de Podor, mais ils doivent pour cela disposer d'une trésorerie suffisante. D'autre part, il n'est pas rare qu'un paysan utilise une partie des intrants distribués sur d'autres parcelles. C'est le cas notamment des cultures d'oignon et de tomate sans contrat qui bénéficient des engrais distribués au prorata des surfaces de tomate en contrat.

L'entretien du réseau et du matériel d'irrigation est assuré par le GP. La présence d'un mécanicien (à Donaye, sur le grand périmètre de Nianga, et à Guia 4 par l'intermédiaire du projet FED) et le sérieux du pompiste sont des avantages importants. L'amortissement du matériel ne constitue pas une priorité dans les PIV, et les GMP sont souvent très anciens (2 GMP fonctionnels pour 5 PIV à Ndiawara). Sur IT2 par contre, le GP dispose en réserve d'un matériel neuf. L'entretien du réseau dans les PIV et sur IT2 est réalisé par les paysans lors de travaux collectifs qui sont décidés par le groupement. Sur le grand périmètre de Nianga, cet entretien était assuré par la SAED jusqu'en 1993, et les SUMA doivent prendre le relais.

Du côté des paysans, l'implantation du riz par exemple dans le périmètre peut s'étaler sur plus de trois semaines à partir de la date de mise en eau de l'aménagement. Si le choix de la variété et celui du mode de semis ont fait l'objet d'un "consensus" lors de l'assemblée générale, au semis, ce choix reste individuel. Ainsi sur IT2 en 1993, l'assemblée générale s'est prononcée en faveur du semis direct à cause du démarrage tardif de la campagne, mais la plupart des paysans ont effectué une implantation par repiquage.

L'étalement des dates de semis se répercute sur les dates de maturité, de récolte et par conséquent, sur la préparation de la campagne suivante en cas de double riziculture (Le Gal, travaux en cours).

CONCLUSION

L'agriculture traditionnelle était fortement dépendante d'aléas d'origine climatique (pluviosité pour la culture de *jeeri*, importance de la crue pour la culture de *waalo*) ; les aléas qui pèsent sur l'agriculture irriguée sont très différents (Lericollais, 1989). Ainsi, la pluie en hivernage est devenue un aléa aux conséquences défavorables, et l'organisation de la filière et la gestion collective de la production pèsent fortement sur la conduite des cultures.

La multiplicité des parcelles chez un même paysan, qui tient souvent d'une stratégie foncière, est également un moyen pour gérer ces nouveaux risques à travers une diversification des cultures et des organisations chargées de gérer les périmètres.

Mais cette multiplicité s'ajoute à celle des facteurs et conditions qui influent sur l'élaboration du rendement à l'échelle de la parcelle. L'acquisition par les paysans d'un référentiel technique dans un univers aussi complexe ne peut être que très lente. En effet, si la "cause" principale d'un rendement faible sur une parcelle est un envahissement important par les adventices, cet envahissement peut avoir pour origine un désherbage chimique inefficace (dose de produit, stade des adventices, matière active inadéquate) combiné à une mauvaise implantation de la culture. Or, la vitesse et l'homogénéité de l'implantation dépend pour partie de la qualité des semences (pouvoir germinatif, contrôle de la pré-germination) et de la technique de semis à la volée, mais aussi de l'état de la parcelle au semis (travail du sol grossier, variabilité de hauteur de la lame d'eau).

L'analyse agronomique à l'échelle de la parcelle a permis d'identifier de nombreux signes de manque de maîtrise technique au niveau de l'implantation, du contrôle de l'enherbement, de la fumure et de l'irrigation. Mais il nous semble également prioritaire d'aborder le problème de la gestion technique à l'échelle de l'unité de production, avec particulièrement la programmation de la campagne et de son calendrier. Cette "programmation" doit permettre de dégager avec les acteurs, paysans ou GP, les divers risques qui apparaissent durant la conduite des cultures, identifier leur conséquences et envisager des solutions.

□ □ □

BIBLIOGRAPHIE

- Bonnefond P., Caneill J., Auriol O., Ndiaye M., Minvielle J., Clément A., 1980. Etude des unités de production de paysans pratiquant la culture irriguée dans le cadre de la SAED. *ISRA, IRAT, ORSTOM, INA-PG ; multigraphié, 62 p. + annexes.*
- Boutillier J. L., Cantrelle P., Causse J., Laurent C., N'doye T., 1962. La moyenne vallée du fleuve Sénégal. *Paris, P.U.F., 370 p.*
- Dingkuhn M., Le Gal P. Y., Poussin J. C., 1993. RIDEV : un modèle de développement du riz pour le choix des variétés et calendriers culturaux. *Atelier "Nianga, laboratoire de la culture irriguée", ISRA-ORSTOM, St Louis, 19-21 oct. 1993.*
- Durr C., 1984. Systèmes de culture et élaboration du rendement du riz (*Oryza sativa L.*) en Camargue. *Thèse présentée à l'INA-PG pour l'obtention du titre de Docteur-Ingénieur. Paris, INA-PG, 204 p. + annexes*
- Jamin J. Y., 1986. La double culture du riz dans la vallée du fleuve Sénégal : mythe ou réalité. *Cahiers de la Recherche Développement, n°12, déc. 1986, pp. 44-56.*
- Le Gal P. Y., 1988. Situation et problématique de la récolte et post-récolte du riz sur le delta du fleuve Sénégal. *ISRA, St Louis, multigraphié, 38 p. + annexes*
- Le Gal P. Y., 1989. Double culture et riziculture de saison sèche chaude. *ISRA, St Louis, multigraphié, 17 p.*
- Le Gal P. Y., 1993. Processus de décision et innovation : l'exemple de la double riziculture irriguée dans le delta du fleuve Sénégal. *Colloque "Innovation et Société", CIRAD-INRA-ORSTOM, Montpellier, 13-16 sept. 1993.*
- Lericollais A., 1989. Risques anciens, risques nouveaux en agriculture paysanne dans la vallée du Sénégal. *In "Le risque en agriculture", ed. M. ELDIN & P. MILLEVILLE, collection "A travers champs", ORSTOM, pp. 419-436.*
- Lericollais A., 1993. Histoires de périmètres. *Atelier "Nianga, laboratoire de la culture irriguée", ISRA-ORSTOM, St Louis, 19-21 oct. 1993.*
- Tarrière C., 1993. Les groupements de producteurs dans le village de Donaye. *Atelier "Nianga, laboratoire de la culture irriguée", ISRA-ORSTOM, St Louis, 19-21 oct. 1993.*

□ □ □

... / ...

Annexe 1 : Caractéristiques des périmètres irrigués.

Périmètre	Type	Gestion de l'eau	Matériel agricole	Gestion du crédit	Systèmes de culture
SUMA Guia 3 et SUMA Diawara	2 SUMA du grand périmètre de Nanga	Station de pompage gérée par Union des SUMA depuis mi 93 Réseau de drainage	tracteur et offset pour la préparation du sol, batteuse (pas vu fonctionner) La taille des parcelles permet la récolte à la moisson par prestataire	SUMA et Union des SUMA	Double riziculture (70% des surfaces en 93)
PIV Diawara (5 PIV de 8 à 23 ha)	PIV	3 GMP (anciens) pour 5 PIV Tour d'eau entre secteurs et parcelles Pas de drains	Présence d'un propriétaire de tracteur dans le village qui réalise le travail du sol	Constitution d'un GIE en 93 Pas de fond de roulement	Spécialisation des PIV : riz (CSC, HIV) ou tomate-oignon (CSF)
Guia 1 et Guia 6	PIV	1 GMP chacun Tour d'eau entre secteurs et parcelles Pas de drains	Travail du sol au tracteur (prestataire dans le village)	GIE Pas de fond de roulement	Tomate-oignon (CSF)
Guia 4 (45 ha)	PIV FED	2 GMP Tour d'eau entre secteurs et parcelles Pas de drains	10 unités de culture attelée, batteuse (pas vu fonctionner) Travail du sol par prestataire (40 ha en 93)	GIE + conseils FED Fond de roulement	Riz (CSC, HIV), oignon (très peu), pas de tomate
Donaye IT2 (50 ha)	Périmètre intermédiaire italien	(mécanicien salarié) Tour d'eau entre secteurs, irrigation par siphons Pas de drains	tracteur (prestataire dans le village) Récolte mécanisée (parfois) par prestataire Unités de motoculture abandonnées	GIE + Coopérative Fond de roulement	Succession riz CSC, tomate-oignon CSF, riz HIV dans les secteurs "riz" et "polyculture" (gestion enherbement)
Béké-Wéké	PI Privé	1 GMP Tour d'eau entre secteurs et parcelles Pas de drains	Travail du sol au tracteur par prestataire	GIE + Coopérative Pas de fond de roulement	2 secteurs : tomate-oignon CSF, riz HIV

SUMA : Section d'Utilisation du Matériel Agricole ; PIV : Périmètre Irrigué Villageois ; GMP : Groupe Moto-Pompe ; GIE : Groupement d'Intérêt Economique

Annexe 2 : Les pratiques culturales

	A.S.	M.S.D.		I.D.		O.D.	
	IT2 0,42 ha	SUMA Ndiawara 0,55 ha	PIV Ndiawara 0,11 ha	SUMA Guia 3 1,02 ha	PIV FED Guia 4 0,50 ha	SUMA Guia 3 Pilote 1,02 ha	SUMA Guia 3 Ferme 1,02 ha
Travail du sol	offset 2 passages à sec	offset 2 passages à sec	offset 1 passage à sec	offset 2 passages à sec	Pré-irrigation labour C.A + offset	offset 2 passages à sec	offset 2 passages à sec
Semis	PEPINIERE 40 kg sur 150 m ² , non pré-germé, variété « TN » le 02/03 REPIQUAGE 40 jas stade 4/5 feuilles	SEMIS DIRECT en pré-germé, variété AIWU 120 kg le 11/03 (210 kg/ha)	SEMIS DIRECT en pré-germé, variété AIWU 12 kg le 20/04 (110 kg/ha)	SEMIS DIRECT en pré-germé, variété AIWU 184 kg le 07/03 (180 kg/ha)	SEMIS DIRECT en pré-germé, variété AIWU 144 kg le 23/03 (290 kg/ha) RESSEMIS 56 kg 18 jas	SEMIS DIRECT en pré-germé, variété AIWU 120 kg le 11/03 (210 kg/ha)	SEMIS DIRECT en pré-germé, variété AIWU 3 sous parcelles 120 kg le 13/03 132 kg le 19/03 120 kg le 24/03 (370 kg/ha)
Désherbage	Propanil sur pépinière sarclage 55->60 jas	1) 0,7 l Propanil 11 jas sur toute la parcelle (1,7 l/ha) 2) Propanil localisé 20 jas pas de sarclage	0,8 l Propanil 26 jas sur toute la parcelle (7,3 l/ha)	1) 2,5 l Propanil 20 jas sur toute la parcelle (2,5 l/ha) 2) Propanil localisé 67 jas sarclage 50->67 jas	1 l ronstar 18/03 sur toute la parcelle (2 l/ha) sarclage 60->65 jas	aucun désherbage aucun sarclage	1) 2 l Propanil 20 jas sur toute la parcelle (2 l/ha) 2) Propanil localisé 25 jas pas de sarclage
Fumure	Fond : 50 kg 18-46-0 37 jas (avant mise en eau couverture : 1) 50 kg 18-46-0+ 50 kg urée 62 jas 2) 100 kg urée 84 jas N Total : 207 U N 1 : 76 U N 2 : 110 U	Fond : rien couverture : 1) 50 kg 18-46-0+ 50 kg urée 40 jas 2) 35 kg urée 60 jas N Total : 77 U N 1 : 58 U N 2 : 29 U	Fond : rien couverture : 1) 25 kg urée 31 jas 2) 25 kg urée 50 jas N Total : 210 U N 1 : 105 U N 2 : 105 U	Fond : rien couverture : 1) 150 kg 18-46-0 40 jas 2) 175 kg urée 60 jas N Total : 107 U N 1 : 27 U N 2 : 80 U	Fond : rien couverture : 1) 150 kg urée 48 jas 2) 25 kg urée 50 jas N Total : 138 U	Fond : rien couverture : 1) 100kg 18-46- 0+ 50 kg urée 75 jas 2) 100 kg urée 106 jas N Total : 87 U N 1 : 41 U N 2 : 46 U	Fond : rien couverture : 150 kg 18-46-0+ urée 52 jas N Total : 121 U
Irrigation	R.A.S. arrêt 115 jas	R.A.S. assec 100 jas	Pb tour d'eau arrêt 102 jas	3 sous parcelles arrêt 97 jas	R.A.S. arrêt 110 jas	Pb mise en eau arrêt 115 jas	3 sous parcelles assec 90 jas
Récolte	manuelle 135 jas	manuelle 116 jas	manuelle 120 jas	mécanisée le 128 jas	manuelle 132 jas	mécanisée le 135 jas	mécanisée le 123 jas

jas : jours après semis

□ □ □