

L'intensification de la riziculture malgache, en pratiques

Georges Serpantié¹
Modeste Rakotondramanana²

¹ IRD
911 avenue Agropolis
BP 64501
34394 Montpellier cedex 5
France
<georges.serpantie@ird.fr>

² IRD
BP434
Antananarivo 101
Madagascar
<modesterakoto@yahoo.fr>

Résumé

Les modèles diffusés à Madagascar pour intensifier la « riziculture traditionnelle » sont le « SRI » (système de riziculture intensive), pour les rizières à bonne maîtrise de l'eau, et le « SRA » (système de riziculture améliorée) sinon. Afin d'analyser la traduction de ces prescriptions dans les pratiques des agriculteurs et d'évaluer leurs performances, une enquête a été menée dans une région des Hautes-Terres. Trois types de pratiques ont été comparées au sein de rizières à bonne maîtrise d'eau : 1) la pratique dénommée SRI par le paysan ; 2) la pratique dénommée SRA ; 3) la pratique « ni SRI-ni SRA », servant de témoin. Le témoin présente des caractères dits traditionnels (par exemple, variétés locales) mais aussi des innovations récentes (par exemple, double labour) ou plus anciennes (par exemple, fertilisation minérale). Les pratiques SRI et SRA correspondent bien aux préconisations minimales. Le SRI reçoit en plus beaucoup de fumure organo-minérale et bénéficie des meilleurs sols. Les pratiques témoins donnent un rendement moyen élevé (4,2 t/ha) par rapport à la référence de 2 t/ha souvent attribuée aux rizicultures locales. Le rendement du SRA ne diffère pas significativement du témoin, tandis que celui du SRI le dépasse en moyenne de 24 %. Mais après analyse « à fumure, précédents et sols similaires », l'effet réel moyen du SRI n'est plus que de + 5 %. Compte tenu des surcoûts importants du SRI, ce faible avantage moyen milite pour un conseil technique ciblé plutôt que normatif. Le gain de rendement en SRI atteint + 16 % dans les situations combinant bonne alimentation en eau, sols fertiles et fertilisation organo-minérales (situations que l'on trouve surtout près des marchés). Sans engrais minéral, ce qui affaiblit le témoin, le gain atteint 30 %. Ces variations révèlent l'intérêt possible du SRI pour des filières particulières telles que l'agriculture biologique, ou pour des sols fertiles mais réducteurs, et son inadéquation certaine aux situations comportant des facteurs limitants majeurs (sols peu fertiles, plantations précoces).

Mots clés : adoption de l'innovation ; intensification ; Madagascar ; meilleure pratique ; productivité ; riz irrigué ; système de riziculture intensive.

Thèmes : productions végétales ; systèmes agraires.

Abstract

Rice intensification practices in Madagascar

The models proposed in Madagascar to replace "traditional rice cropping systems" are "SRI" (system of rice intensification), in cases of good water control and "SRA" (improved rice system) in other cases. We conducted a survey in a Highland zone to analyse the translation of these prescriptive requirements into farmers' practices and to assess their performance. Random samples of farmers' fields were surveyed in 2006, 2007, and 2008. Three types of practices were compared in paddy fields with good water control: 1) those called SRI by the farmer; 2) those called SRA; 3) and those considered as "neither SRI nor SRA" and which were used as a control. The control has traditional aspects (for example local varieties) but also recent (double plowing) and older (mineral fertilization) innovations. SRI and SRA practices generally fit with basic recommendations. However, the SRI receives far more organo-mineral fertilizers than the others and occupies the best soils. Control practices give a high yield (4.2 t/ha) compared to the reference of 2 t/ha often attributed to local rice fields. The performance of SRA does not differ significantly from that of the control. The average yield with SRI exceeds the control by 24%. However, after "fertilizing system, previous crop and soil being equal" analysis, one can see that the real mean effect of SRI is no more than +5%. For rice intensification, taking into account the additional costs of SRA and SRI, their low mean benefit advocates for a targeted approach rather than a normative one. Benefit of SRI

Tirés à part : G. Serpantié

doi: 10.1684/agr.2013.0653

Pour citer cet article : Serpantié G, Rakotondramanana M, 2013. L'intensification de la riziculture malgache, en pratiques. *Cah Agric* 22 : 401-10. doi : 10.1684/agr.2013.0653

reaches +16% in fields combining good water control, mixed fertilizing and fertile soil (near the markets). Without mineral fertilizers (which weakens the control), gains reached 30%. These variations reveal the possible interest of SRI for particular value chains such as organic farming, for fertile but reductive soils, and its sure inadequacy in cases of major limiting factors (common soils, early planting).

Key words: best practices; flooded rice; innovation adoption; intensification; Madagascar; productivity; rice; system of rice intensification.

Subjects: farming systems; vegetal productions.

Sur les Hautes Terres de Madagascar, les pratiques les plus répandues en riziculture irriguée paysanne sont le repiquage en foule, l'inondation permanente et le désherbage manuel. Mais chaque région et chaque terroir présentent une variété de situations, de matériel végétal et d'itinéraires techniques, et donc de résultats (Dufournet et Rabemanantsoa, 1961 ; Le Bourdieu, 1974).

Deux modèles techniques d'intensification sont vulgarisés depuis 1995 : le SRI (système de riziculture intensive) pour les rizières à bonne maîtrise de l'eau, et le SRA (système de riziculture améliorée) pour les autres (Serpantié, 2013). Leur diffusion à l'échelle nationale bénéficie d'incitations diverses : politiques (mots d'ordre de l'État, de projets et d'organisations non gouvernementales [ONG], messages médiatiques), éducatives (formations et appui technique), sociales (concours agricoles, réseaux de groupements) et économiques (accès à des moyens conditionnés par leur pratique).

Le modèle SRA est la dénomination actuelle de la méthode améliorée de riziculture (MAR), qui prescrit depuis les années 1960 le repiquage en ligne de plants de moins d'un mois et des sarclages mécaniques, mais conseille aussi des pépinières améliorées, des variétés sélectionnées, une fertilisation équilibrée, le traitement des semences et des rotations (Dufournet et Roche, 1967).

Le modèle SRI (Laulanié, 1993) propose, pour les rizières où l'on peut maîtriser le niveau de l'eau, de repiquer en ligne de très jeunes plants (stade 2 feuilles), à raison d'un par poquet, à faible densité, avec un régime d'irrigation alternant phases de faible inondation et phases d'assez, avec plusieurs sarclages mécaniques. Au départ sans préconisations en

matière de fumure, ce modèle s'est vu plus tard associé à une fumure organique. Comme il peut économiser l'eau et se propose d'augmenter le rendement par une autre voie que les intrants chimiques ou génétiques (sans pour autant les exclure), ce modèle a été qualifié d'« agroécologique » (Uphoff, 1999 ; Stoop *et al.*, 2002).

Ces normes, diffusées par divers pouvoirs et mobilisant d'importants moyens, ont eu un effet significatif : dans la région de Fianarantsoa, 13 % de la surface rizicole est repiquée en ligne (MAE-UPDR, 2002). Mais est-ce une performance après un demi-siècle d'actions continues sur ce thème ? Et peut-on y associer un gain de productivité significatif ? En corollaire, les 87 % restants sont-ils encore « traditionnels » ?

Cet article vise à mesurer les divergences entre l'intention politique, la pratique agricole finale et ses résultats, mais aussi entre la perception convenue d'une agriculture et les données du terrain.

Matériel et méthode

Contexte de l'étude

Les Hautes Terres, vers 1 000 m d'altitude, présentent un climat tropical à saison fraîche sèche, des ferralsols sur pentes, et des sols organiques ou minéraux en bas-fonds. Au sud, le pays Betsileo est densément peuplé. Le riz aquatique y est au centre de la vie domestique, à la fois richesse et nourriture, et au cœur des échanges sociaux. Le savoir rizicole local est réputé. Dans la région Haute Matsiatra, dans le district rural de Fianarantsoa II (105 hab/km²), les rizières irriguées de bas-fonds et de terrasses représentent 6 % du territoire, les cultures pluviales

8 %, et le reste est dévolu à l'élevage (pseudo-steppes), aux jachères, aux reboisements et à la conservation des forêts naturelles (MAEP-UPDR, 2003). Au-delà des enjeux du développement rural et de la sécurité alimentaire, la politique d'intensification s'est renforcée dans les années 1990 pour répondre à l'enjeu environnemental de la protection de la biodiversité autour des forêts naturelles du « corridor de Ranomafana-Andringitra ».

Trois zones ont été identifiées selon le degré d'enclavement et les conditions écologiques : marchés, lisières et forêts (*figure 1*). Toutes ont fait l'objet de vulgarisation et d'incitations à l'adoption du SRI et du SRA depuis 1995.

Choix d'une référence de comparaison

La référence des promoteurs des normes SRI et SRA, qu'ils soient paysans-vulgarisateurs, techniciens d'encadrement ou chercheurs, est la « riziculture traditionnelle » ou « SRT ». Sans la définir précisément, et quels que soient l'époque ou le lieu, ils lui attribuent un rendement moyen d'environ 2 t/ha (Dufournet et Rabemanantsoa, 1961 ; Laulanié 1993 ; Uphoff, 1999 ; Fofifa-Asareca, 2012). Pour cette étude, nous avons pris comme référence toute pratique considérée comme « ni SRI-ni SRA » par l'agriculteur, sur des parcelles voisines de parcelles SRI, donc sur des rizières à bonne maîtrise de l'eau. Trois pratiques à « dire d'acteurs » y ont ainsi été comparées : SRI selon l'agriculteur, SRA selon lui, « ni SRI-ni SRA » servant de témoin.

Méthode d'enquête

Une enquête agronomique a été mise en œuvre en zones de forêts et de

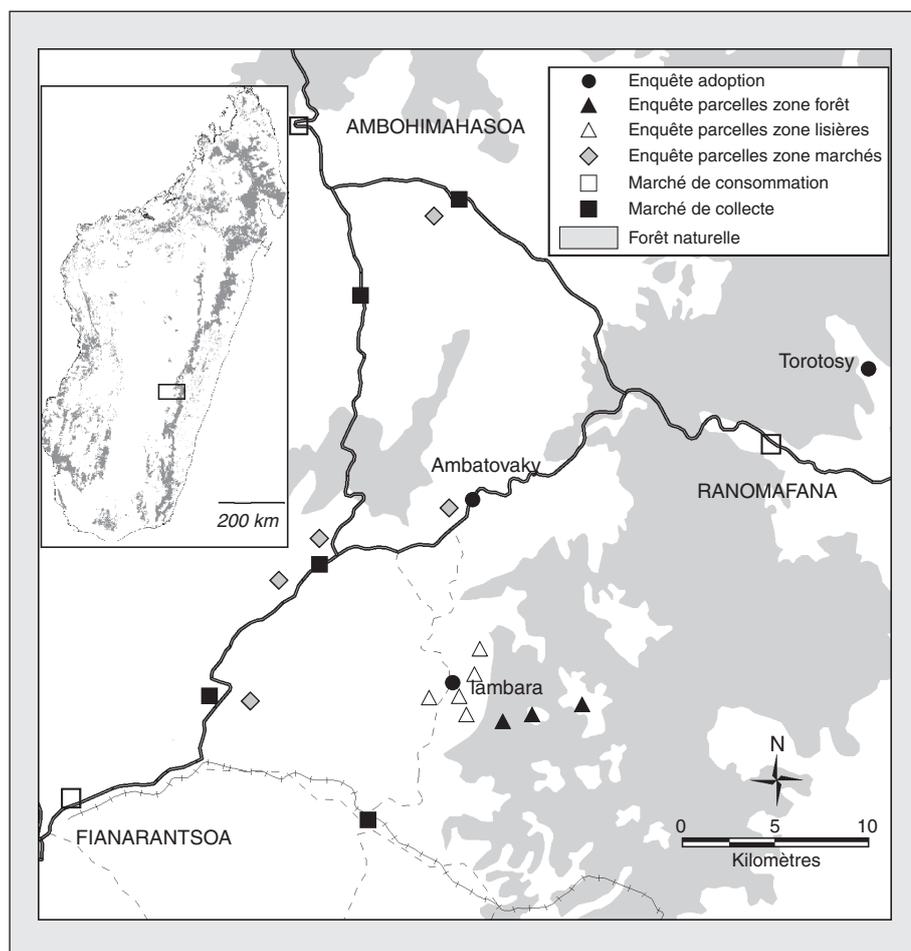


Figure 1. Zone étudiée.

Figure 1. Studied zone.

Source : les auteurs à partir de la base de données FTM au 1/500 000.

lisières en 2006, en lisière en 2007, et en zone des marchés en 2008 (figure 1). L'enquête a concerné jusqu'à 15 parcelles de chaque système chaque année, réparties sur plusieurs villages. Elles sont choisies au hasard pendant la période de récolte du *vary be*, le cycle principal de riz (mi-février à mi-mars) : un jour donné dans une rizière à bonne maîtrise de l'eau au stade maturité, on procède à des enquêtes sur la parcelle de SRI sur le point d'être récoltée, puis sur des parcelles matures SRA et/ou témoins les plus proches. En forêt en 2006, seules des parcelles « ni SRI-ni SRA » ont fait l'objet de l'enquête, faute de SRI.

Les composantes du rendement sont mesurées sur 5 placettes aléatoires. Elles mesurent 2 m² pour les peuplements en foule ou se composent de quatre lignes de 1,8 m pour les

peuplements en ligne, pour lesquels la surface est calculée avec l'interligne moyen. Deux échantillons (paille, panicules) sont prélevés pour la mesure d'humidité et les comptages. Sur place, l'exploitant renseigne l'iti-

Tableau 1. Dynamiques d'adoption du système de riziculture intensive (SRI) après apprentissage et incitations dans la zone d'étude.

Table 1. SRI adoption after learning and incentives in the study area.

Agriculteurs (%)	Dates	Ambatovaky (route)	Iambara (lisières + forêts)	Torotosy (lisières est)
Ayant essayé	1993-1998	48	16	27
	1999	26	7	0
Adoptants	2006-2008	26	3 (dont 0 en forêt)	faible
	2013	70	faible	faible

Source : Moser et Barrett (2003), et enquêtes auteurs (2006, 2008, 2013).

néraire technique, les précédents et le système de fumure sur deux ans, ainsi que les propriétés du milieu, par questionnaire fermé. Les dépenses et les journées de travail sont recensées et rapportées à la superficie. Une indemnisation basée sur le prix local du riz et du travail salarié dédommage l'exploitant pour son temps.

Au total, 127 parcelles ont fait l'objet d'enquêtes entre 2006 et 2008. Les résultats quantitatifs des trois groupes de pratiques sont comparés par analyse de variance et les résultats qualitatifs sont analysés sur tableaux de contingence (test du χ^2) avec le logiciel XLSTATTM.

En privilégiant l'échelle du champ cultivé, où l'on peut examiner à la fois des pratiques agricoles et des peuplements résultants, et par l'extension régionale de l'enquête, notre approche s'inscrit à la fois dans les cadres d'analyse de l'agronomie des pratiques (Milleville, 1987) et du diagnostic agronomique régional (Doré *et al.*, 1997).

Résultats

Conditions climatiques

Malgré la « bonne maîtrise de l'eau » des rizières examinées, le climat a été souvent contraignant :

- 2005-2006 : début tardif des pluies en novembre (déficit en eau possible des repiquages précoces de septembre) ;
- 2006-2007 : idem, et excès de pluie en janvier-février au stade épiaison-fructification ;
- 2007-2008 : début des pluies en octobre, cyclone le 15 février (floraison des repiquages tardifs).

Tableau 2. Synthèse des données d'enquête.

Table 2. Synthesis of survey data.

Pratiques		Témoin	SRI	SRA
Parcelle	Choix de sols fertiles (%)	29	42	28
	Culture de contre-saison (%)	9 b	35 a	25 a
	Fumier annuel (t/ha)	6,6 b	13,0 a	10,0 ab
Peuplement	Densité (poquets/m ²)	37,1 a	22 c	27,1 b
	Repiquage en ligne (%)	0	100	100
	Repiquage en carré (%)	0	12	0
Matériel végétal	Variété locale (%)	41	12	13
Entretien	Rizi-pisciculture (%)	3	30	13
	NPK (kg/ha) en cas d'épandage	180 ab	248 a	154 b
	Parcelles épandues (%)	21	53	53
	Usage de sarceuse rotative (%)	0	46	47
	Un seul désherbage (%)	35	5	6
	3 ou 4 désherbages (%)	0	30	7
Main-d'œuvre	Taux de salariat < 33 % (%)	79	49	56
	Taux de salariat > 66 % (%)	6	37	19
Résultats biologiques				
Riz	Densité de panicules (nb/m ²)	238 a	252 a	250 a
	Poids d'une panicule utile (g)	1,89 b	2,18 a (+ 15 %)	1,87 b
	Taux de panicules vides (%)	4,3 a	2,6 b	4,5 a
	Rendement grain sec (t/ha)	4,17 b	5,16 a (+ 24 %)	4,45 b
	Rendement grain sec maximum (t/ha)	6,8	8,2	6,6
Autres	Enherbement à la récolte (biovolume = recouvrement % x hauteur en dm)	16,5 b	13,0 b	34,7 a
Résultats économiques				
Travail	Temps de travail HJ/ha	226 a	362 b (+ 60 %)	249 a
	Productivité du travail kg/HJ	24,6 a	20,2 a	23,7 a

SRI : système de riziculture intensive ; SRA : système de riziculture améliorée.
Fond gris ou deux lettres différentes : différence significative à $p = 0,05$.

Pratiques

Adoption des modèles

En 2002, au centre de la région de Fianarantsoa, le SRI représentait 1,5 % des surfaces, le SRA 11,5 %, le semis direct 2 %, et le repiquage en foule 85 % (MAE-UPDR, 2002). Le repiquage en foule est donc toujours « la norme pratique » dans cette région sud des Hautes Terres, contrairement à la région d'Antananarivo où le repiquage en ligne est plus répandu.

Héritier de la MAR, le SRA est plus adopté que le SRI. Mais autour de Fianarantsoa, 15 % des exploitations pratiquent régulièrement le SRI, et 28 % occasionnellement (région Haute Matsiatra, 2010). Ces proportions

d'« adoptants » témoignent d'un bon niveau d'apprentissage, mais les faibles superficies concernées montrent que le SRI reste marginal au sein de ces exploitations.

Il existe de fortes différences intra-régionales. Autour du corridor forestier de Ranomafana, l'adoption s'est surtout manifestée près des routes et des marchés, à un niveau d'environ 20 %. Le SRI est donc une innovation majeure sur cette situation. Le village d'Ambatovaky (figure 1), sur la route du parc, présente un des meilleurs taux d'adoption (70 % en 2013), mais il suffit de pratiquer 5 ares pour être recensé « adoptant ». Dans ce village, un ancien infirmier a testé le SRI dès 1993, après en avoir lu la méthode dans un journal. Des voisins l'ont ensuite imité. Cette

initiative paysanne a été suivie par une succession ininterrompue de projets de développement du SRI : ATS-ANGAP-USAID (1995-1996), CIIFAD-Cornell University-USAID (1997-1999), LDI-ERI-USAID (2000-2007), puis AFDI-AROPA-FIDA¹ actuellement. Alors que le premier projet

¹ ATS : Association Tefy Saina ; ANGAP : Association nationale pour la gestion des aires protégées ; USAID : United States Agency for International Development ; CIIFAD : Cornell International Institute for Food, Agriculture and Development ; LDI : Landscape Development Interventions ; ERI : Eco Regional Initiatives Program ; AFDI : Agriculteurs français et développement international ; AROPA : Appui au renforcement des organisations professionnelles et aux services agricoles ; FIDA : Fonds international pour le développement agricole.

s'était contenté de formation, les trois derniers ont été plus incitatifs. Ils ont organisé les producteurs et récompensé l'adoption du SRI (dons en matériel, engrais à crédit, engrais subventionnés). Dans cette localité, la pression incitative a donc été continue et croissante (tableau 1). L'adoption reste en revanche faible en zone forestière et à l'est du corridor, ainsi qu'en lisière de forêt, où il n'y a plus d'incitations depuis 2007.

Application ou adaptation des normes ?

Le SRI s'étant avéré absent de la zone forestière, nous n'analysons ici que les deux autres zones : lisières et marchés. La base de données contient 109 parcelles.

Les paysans réservent le SRI aux parcelles proches du village, souvent plus fertiles, compte tenu de la surveillance intensive qu'il nécessite. Les parcelles SRI présentent fréquemment un précédent de contre-saison fumé (pomme de terre, haricot) et de la rizipisciculture (tableau 2).

Dans les trois systèmes, la préparation du sol consiste en deux labours (un en début de saison froide et un avant la mise en boue), ce qui n'était pas décrit par Dufournet et Rabemanantsoa (1961). La mise en boue par piétinage de bœufs est plus fréquente en système témoin.

Le régime de fertilisation, approché par la somme des doses de fertilisants épanchés sur deux ans, oppose fortement les pratiques (figure 2). Le témoin se distingue par une fertilisation faible et presque exclusivement organique ou minérale. Le SRI reçoit le plus souvent une fertilisation mixte à haute dose sur deux ans (jusqu'à 40 t/ha de fumier et 600 kg/ha d'engrais NPK). Le fumier est plus employé dans la zone des marchés, riche en zébus et en porcs. On met plus d'engrais minéral dans la zone des lisières grâce aux programmes incitatifs mais aussi parce que, selon les paysans, les sols tourbeux dits « froids » exigent un apport d'engrais. Le SRA occupe une position intermédiaire en matière de fumure mais plus proche du témoin que du SRI.

La variété choisie pour SRI et SRA est rarement une variété locale (12 et

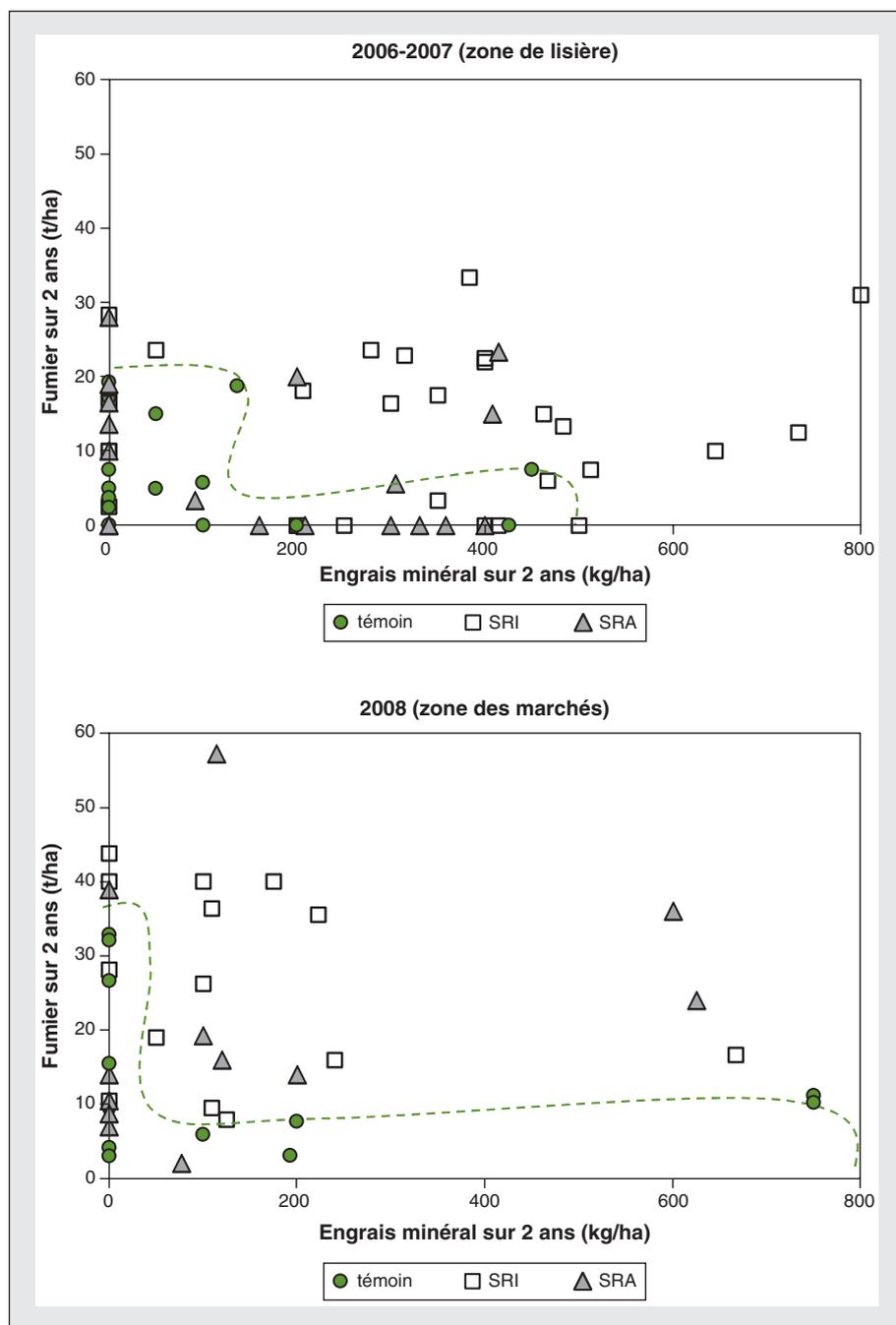


Figure 2. Doses d'engrais minéral et de fumure organique sur deux ans.

Figure 2. Fertilizing and manuring over two years. SRI : système de riziculture intensive.

13 %) contre 41 % pour le témoin. L'âge des plants au repiquage et la densité de SRI et SRA suivent particulièrement bien les recommandations et contrastent avec le témoin (figure 3). La densité de plantation du témoin a augmenté par rapport aux observations de 1961, particulièrement en zone des marchés.

Le témoin et le SRA ont recours au régime d'inondation permanent : plus de 2 cm d'eau en bas-fonds, ou rizière en terrasse alimentée par la pluie avec remplissage maximal des casiers. Les parcelles SRI présentent toutes une gestion très spécifique, visant à maintenir au départ moins de 2 cm d'eau dans la rizière avec

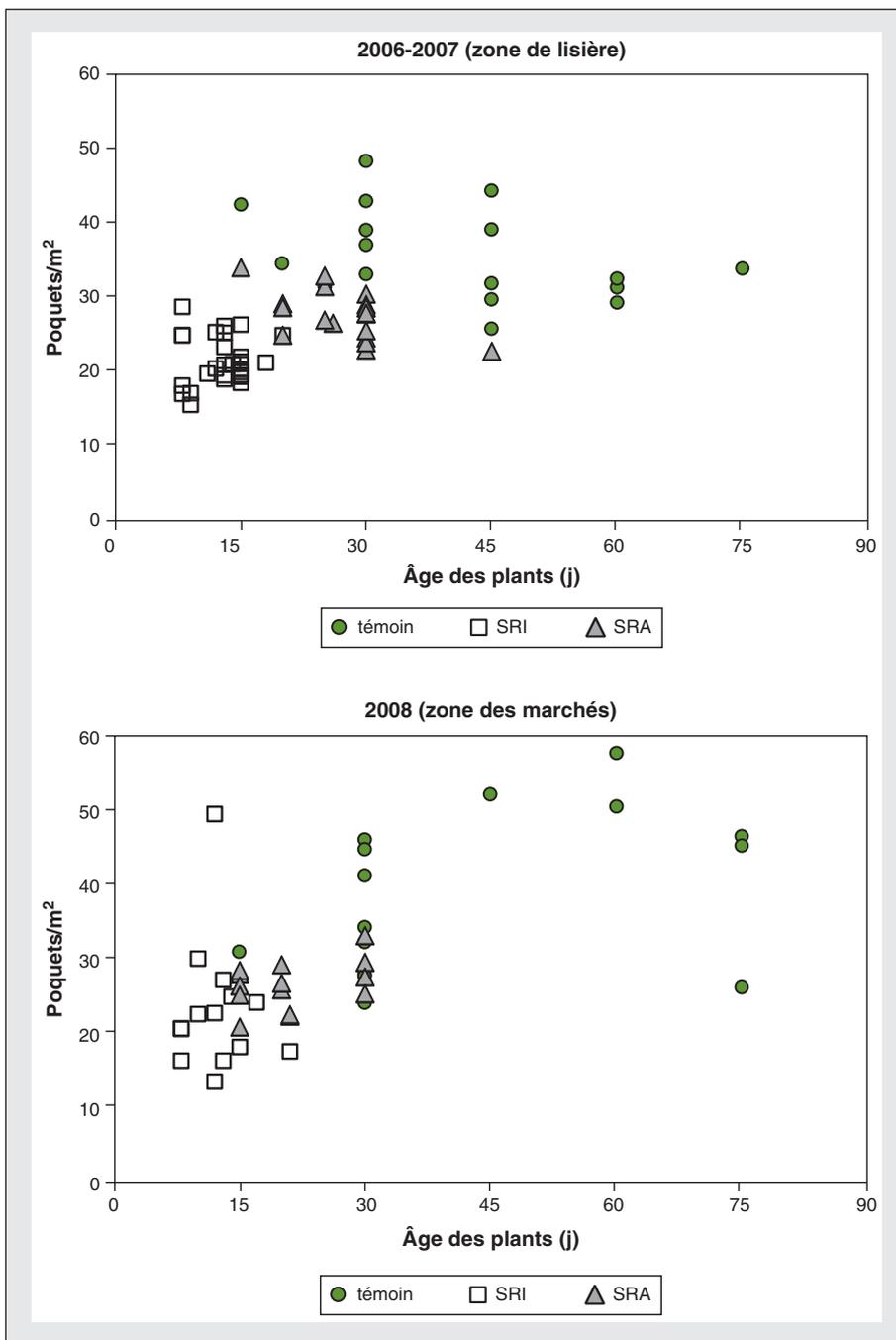


Figure 3. Caractéristiques du repiquage : âge des plants et densité de poquets.

Figure 3. Rice planting design: age of seedlings, density of planting.
SRI : système de riziculture intensive.

mise à sec après sarclage, correspondant bien au principe recommandé. Dans ce but, les paysans mobilisent des parcelles à bonne maîtrise de l'eau et à sols suffisamment portants pour faciliter le repiquage des miniplants et le sarclage mécanique. Les sols choisis sont donc les moins tourbeux.

Comme préconisé, les parcelles SRI et SRA font l'objet de multiples désherbages (2 à 4) mais s'éloignent des prescriptions sur un point : préférant le désherbage manuel sur les sols les moins portants ou en l'absence de matériel, les paysans recourent au sarclage rotatif dans un cas sur deux seulement.

En dehors du sarclage, le SRI pratiqué répond bien aux principes de Laulanié (1993). Le SRA pratiqué répond bien lui aussi à ses recommandations de base. Les adoptants ont donc assez fidèlement appliqué ces normes et les ont peu adaptées. En revanche, ils ont aménagé la partie libre de l'itinéraire technique dans le cas du SRI, par un surcroît important de fumures organo-minérales et un choix de sols et précédents. Ils obéissent ainsi partiellement à des préconisations récentes (ATS, 2007), bien que ces dernières conseillent d'apporter des engrais naturels (compost, dolomie, phosphates naturels) plutôt que du NPK.

Résultats biologiques et économiques

La récolte s'échelonnant chaque année sur un mois environ, on a vérifié que les trois pratiques ont connu des gammes de dates de repiquage similaires. L'effet des différentes pratiques sur la durée repiquage-récolte a été négligeable. Les différences significatives entre SRI et témoin portent sur le poids d'une panicule (SRI = + 15 %), et le rendement en grain (SRI = + 24 %). Le SRI n'a pas augmenté la densité paniculaire (tableau 2). La pratique SRI augmente moins le rendement en zone de lisières (non significatif en 2006, + 14 % en 2007, lié au poids de panicules), qu'en zone de marchés (+ 40 % en 2008, dû au nombre de panicules). Cumulant des doses de fertilisants considérables sur des sols déjà enrichis près des parcs à bœufs, elle produit de fortes biomasses et même de la verse, rencontrée dans plusieurs cas dans la zone des marchés. Les enherbements du SRI et du témoin sont bien maîtrisés, mais le SRA entraîne un salissement significativement supérieur, dû à un sarclage mécanique moins soigné qu'en SRI. Ainsi, au sein du groupe SRA, le biovolume d'adventices (% de recouvrement x hauteur en dm) atteint 46 en sarclage rotatif, contre 21 en désherbage manuel, la différence étant significative. Les temps de travaux sont fortement accrus en SRI (+ 60 %, tableau 2). En conséquence, la productivité du travail n'est pas significativement différente (tableau 2). Les coûts monétaires

augmentent aussi en pratique SRI (plus de salariat, plus d'engrais minéral, plus de transport de fumier, plus de variétés sélectionnées) ; seule la quantité de semence pour la pépinière est réduite.

Analyse de la différence de rendement SRI/non-SRI

Pour isoler l'effet de l'itinéraire technique SRI de Laulanié (1993) de l'effet du choix du sol, du précédent, et de l'accroissement de la fumure, nous avons regroupé d'abord les pratiques SRA et témoin en une classe unique « non-SRI » (66 parcelles, contre 43 en SRI) car elles ne se distinguent pas en termes de résultats et peu en termes de pratiques. Cela permet aussi de diluer l'éventuel impact des variétés locales que la pratique témoin utilise plus souvent. L'échantillon de 109 parcelles a ensuite été stratifié en 6 groupes homogènes selon les facteurs influençant le rendement. Les situations à risque de déficit hydrique après installation précoce ont constitué un premier

groupe. Un deuxième ensemble réunit les sols que l'exploitant considère fertiles, divisés en deux groupes selon le système de fumure. Enfin l'ensemble des autres sols est classé en trois groupes selon le précédent et le type de fumure (tableau 3).

Groupe 1 : déficit hydrique possible

Il s'agit des repiquages précoces de septembre 2006 et 2007. La densité de poquets (figure 4) et la dose de fumier (figure 5.1) servent de variables d'analyse.

Il n'y a pas de réponse à la fumure. L'effet moyen SRI est de - 7 % (figure 5.1, tableau 3). La densité paniculaire est en cause (SRI = - 30 %, figure 4, tableau 3) : la sécheresse aggravée par des températures nocturnes encore basses a défavorisé le tallage, compensé en non-SRI par la forte densité de repiquage et la réserve d'eau. Mais il y a eu rattrapage sur la taille des panicules (SRI = +20 %, tableau 3), grâce à la plasticité du riz, ce qui a limité les pertes de rendement. La pratique non-SRI

est donc moins exposée aux aléas climatiques des repiquages précoces que le SRI.

Groupes 2 à 6 : bonne alimentation en eau

Groupes 2 et 3 : « sols fertiles »

Le rendement des sols fertiles (groupes 2 et 3) répond à la dose de fumier par effet sur la densité de panicules (figure 5.3, tableau 3).

Sans engrais minéral (groupe 3), l'effet moyen du SRI paraît important (+ 30 %) suite à un double effet sur la densité et le poids de panicules (figure 5.3, tableau 3).

Mais avec engrais minéral (groupe 2), le gain est moindre (+ 16 %) car l'engrais améliore le rendement du non-SRI et aurait un léger effet dépressif sur SRI (figure 5.2).

Groupes 4 à 6 : « autres sols »

Sur précédent « culture de contre-saison » (groupe 4), le rendement SRI est en moyenne inférieur au non-SRI (- 7 %) (figure 5.4, tableau 3).

Tableau 3. Effet du système de riziculture intensive (SRI) par groupes de parcelles à sol et fumure égaux et calcul de l'effet pondéré moyen.

Table 3. SRI effect per groups of fields (soil and fertilization being equal) and weighted mean effect calculation.

Groupes de parcelles	n°	1	2	3	4	5	6	Total pondéré
Critères de définition	sécheresse	oui	non	non	non	non	non	
	sol fertile		oui	oui	non	non	non	
	précédent				contre-saison	riz	riz	
	fumier engrais		oui	non	oui	oui	non	
Effet fumier	non-SRI			+		+		
	SRI			+		+		
Effet engrais	non-SRI		+					
	SRI		-					
Nombre parcelles SRI	43	10	6	8	9	5	5	
Taux de SRI (%)		32	67	50	60	25	28	
Effet brut du SRI par rapport au non-SRI (% gain)	rendement grain	- 7	+ 16	+ 51	- 7	+ 30	+ 6	+ 13
	densité panicules	- 30	+ 20	+ 10	0	- 20	- 20	
	poids panicules	+ 20	- 5	+ 20	- 5	+ 20	+ 20	
Effet SRI à fumure et sols égaux (% gain)	rendement grain	- 7	+ 16	+ 30	- 7	0	0	+ 5

Source : les auteurs.

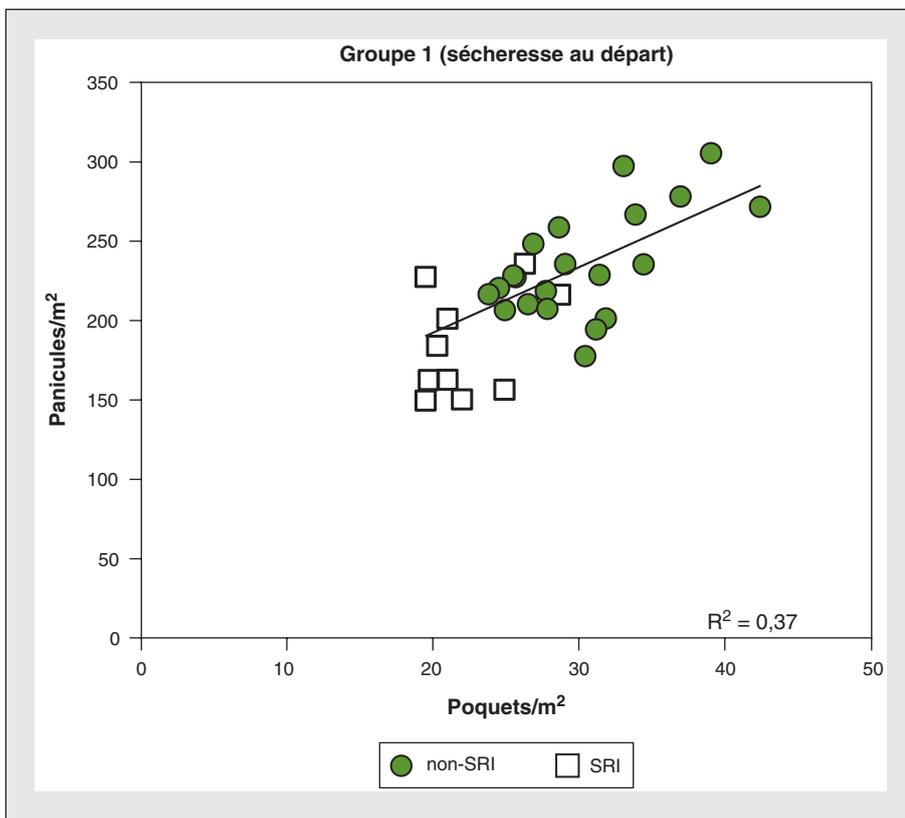


Figure 4. Analyse du tallage fertile. Groupe 1 (sécheresse au départ).

Figure 4. Analysis of fertile tillering. First group (early drought).

SRI : système de riziculture intensive.

Sur précédent « riz » (groupes 5 et 6), l'effet SRI est confondu à l'effet fumier (figure 5.5) ou engrais (figure 5.6).

Bilan de l'analyse

La moyenne pondérée par la taille des groupes donne un gain de rendement moyen de +5 % pour le SRI, à conditions de sol, précédent, et fumure semblables (tableau 3).

Discussion

Trois résultats majeurs

- Les pratiques locales « ni SRI-ni SRA » diffèrent des pratiques décrites dans la même zone par Dufournet et Rabemanantsoa (1961), et sont donc évolutives. Pour s'adapter aux changements (pression démographique, recherche de revenu...) les paysans ont puisé dans les savoirs locaux (accroissement de la densité), innové

(double labour) et sélectionné des éléments de la MAR, dont le principal caractère exigé, le repiquage en ligne, a été généralement rejeté. Ces pratiques locales sont assez intensives et performantes sur les sites à bonne maîtrise de l'eau où le SRI est adopté, produisant ici 4,2 t/ha en moyenne. La référence « riziculture traditionnelle » à 2 t/ha n'est donc pas appropriée à cette région ni à l'étude du SRI.

- Les adoptants SRI ou SRA appliquent assez bien les normes édictées. Mais en SRI, ils agissent aussi sur la part libre de l'itinéraire technique, utilisant de fortes fertilisations organiques et minérales et choisissant les meilleurs sols et précédents. Certains procèdent même à des labours profonds (Tsujiimoto *et al.*, 2009). Bien qu'ils ne soient pas énoncés explicitement par les initiateurs du SRI, ces compléments sont encouragés par l'encadrement actuel (ATS, 2007) en vertu d'un potentiel de rendement donné comme supérieur : encouragement à utiliser des cultures de contre-

saison comme précédents (fumées, fertilisées), approches compétitives (concours de rendement, hiérarchies au sein des groupements) et mesures incitatives des projets d'appui dédiées à la fumure (subvention des engrais...).

- Le gain moyen de rendement a été faible (non significatif en SRA, + 5 % en SRI toutes autres choses égales). Le SRI a gagné + 16 % de rendement par rapport au non-SRI sur sols riches, fumés, sans sécheresse, c'est-à-dire lorsque le témoin obtient déjà un bon rendement, d'où les « records » observés en SRI (ici 8,2 t/ha). Dans les situations sans engrais minéral, il a même fait gagner 30 %. Mais dans la majorité des situations, le rendement est identique ou un peu moindre en SRI. Cette dépendance de l'effet SRI à des conditions culturales privilégiées peut expliquer en partie le choix de sols, de précédents contre-saison, et de fortes fumures pour le SRI, et aussi la meilleure adoption dans la zone aisée des marchés, riche en élevages et cultures de contre-saison. Elle contribuerait à expliquer aussi le succès politique du SRI (Serpantié, 2013), la rhétorique des promoteurs étant fondée sur la comparaison des records SRI avec le rendement moyen malgache autour de 2 t/ha, comparaison trompeuse qui masque un faible effet réel moyen.

Interprétation agronomique

Cette forte dépendance de l'effet SRI à des conditions culturales optimales peut être interprétée par la « théorie du minimum » :

- en l'absence de facteurs limitants majeurs (disponibilité en eau et nutriments, facilité d'enracinement, absence d'adventices), l'itinéraire technique SRI lève d'autres facteurs limitants (stress de repiquage [Laulanié, 1993 ; Stoop *et al.*, 2002], potentiel Redox [Dobermann, 2004 ; Tsujimoto *et al.*, 2009]). Il activerait aussi la minéralisation des fumures organiques apportées sur sols « froids » (sols tourbeux mal drainés d'altitude, cas d'Ambatovaky), ce qui maximiserait l'effet SRI en l'absence d'engrais minéral dans ces situations ;
- en présence de facteurs limitants majeurs, l'itinéraire technique SRI tendrait au contraire à aggraver les conséquences des mauvaises conditions de

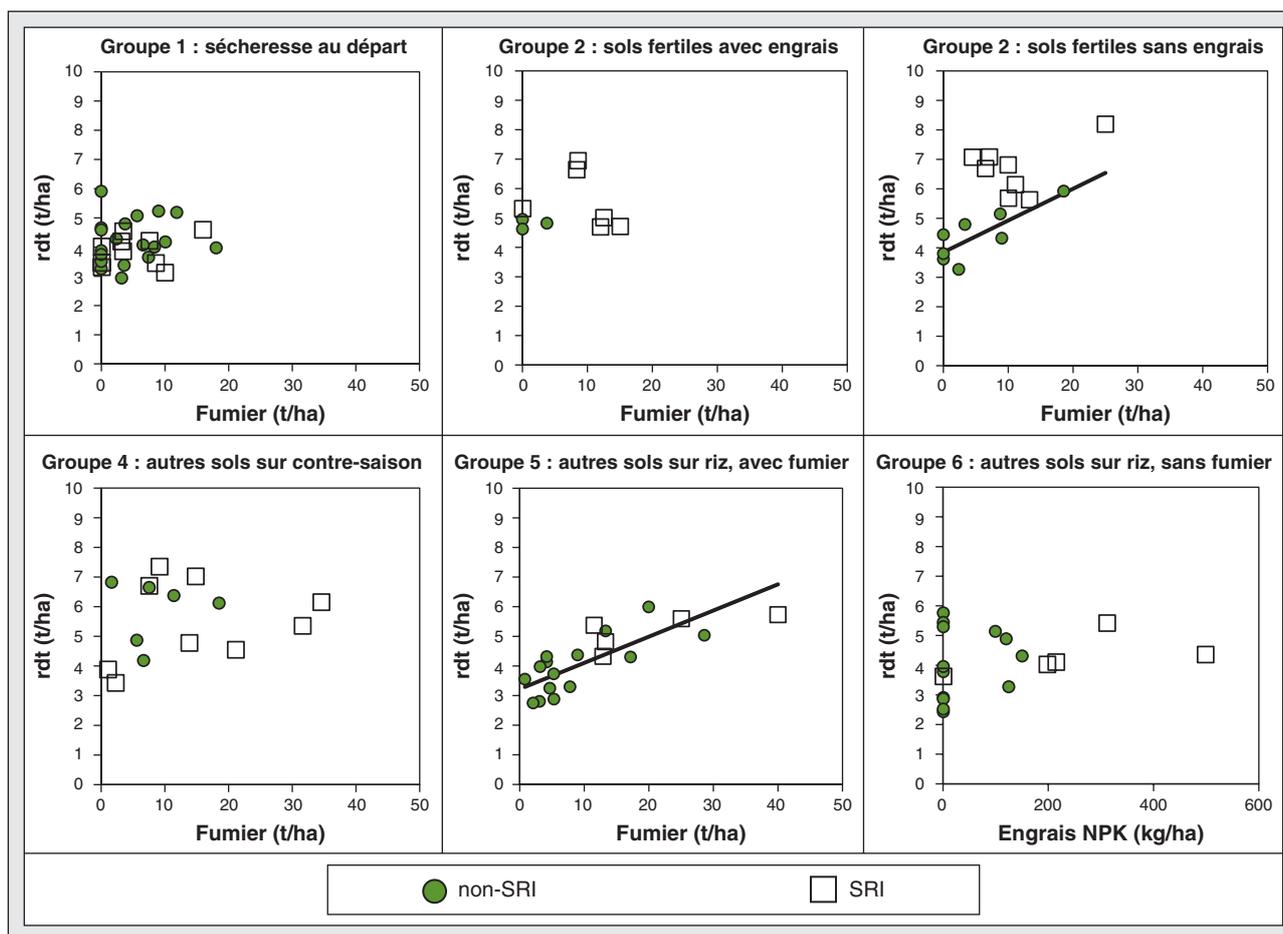


Figure 5. Analyse du rendement par situation.

Figure 5. Yield analysis per groups of fields.
SRI : système de riziculture intensive.

croissance au départ. Les ressources énergétiques et minérales seraient moins bien valorisées par une densité de peuplement trop faible et des plants trop chétifs, comme lors des plantations précoces de 2006 et 2007.

Cohérence avec la littérature sur le SRI

Ce résultat d'une enquête *in situ* rejoint les premiers résultats expérimentaux sur le SRI publiés à Madagascar (Razakamiaramanana, 1995) qui donnaient aussi un gain de rendement de 5 % par rapport au témoin local. De même Tsujimoto *et al.* (2009) observaient dans notre région d'étude une confusion d'effets « sol » (fertilité et ameublissement

profond) et « SRI ». Des enquêtes sur les Hautes Terres (Bockel, 2005) ont pourtant rapporté un gain moyen de l'ordre de 92 % mais sans fournir de méthode, sans analyser « à dose de fumure, précédents et sol similaires » ou sans préciser le mode de sélection du témoin.

Quant au quadruplement du rendement moyen rapporté dans notre zone d'étude par le *Cornell International Institute for Food, Agriculture and Development* (CIIFAD) (Uphoff, 1999 ; Stoop *et al.*, 2002), ce résultat est sujet à caution. Les méthodes ne sont pas décrites. Outre la question de la représentativité du témoin retenu, le nombre de parcelles inconnu, le CIIFAD à Ambatovaky aurait utilisé pour l'échantillonnage un cadre de 1 mètre carré en trois répétitions, selon les

souvenirs de l'agriculteur qui a initié le SRI dans ce village. Si c'est exact, une telle mesure est biaisée en cas de peuplement en lignes à espacement important, comme c'est le cas du SRI. C'est une critique similaire que l'on peut opposer à la grande étude de Senthilkumar *et al.* (2008) en Inde. Les deux expérimentations de ces auteurs montrent des gains de 6 et 13 %, compatibles avec les résultats de Razakamiaramanana (1995) et nos propres enquêtes. En revanche leurs nombreux tests « *on farm* » montrent un gain moyen de 28 %, inversant le « *gap* » entre essais en station et en milieu réel. Ils utilisent, eux aussi, des placettes de récolte de 1 m², et les antécédents du repiquage (sols, fumure, précédents, travail du sol) ne sont pas précisés.

Conséquences

À ce stade de la recherche, nous pouvons émettre des suggestions, mais notre meilleur conseil sera de poursuivre la recherche pour préciser les avantages à attendre du SRI. La forte dépendance de l'effet apparent du SRI à des conditions optimales et son coût élevé rendent la démarche prescriptive « normative » ainsi que les incitations conditionnelles peu efficaces et même inéquitables. Ces résultats militent pour un conseil mieux ciblé. D'abord éviter de préconiser le SRI pour les plantations précoces (climatiquement risquées), ce qui justifie d'affecter au SRI les parcelles fertiles portant une culture de contre-saison qui libère le sol tardivement, mais réduit son intérêt pour un meilleur partage de l'eau. Le SRI, qui n'a apparemment accru le rendement de 30 % que dans les situations fertiles, sans déficit hydrique et sans engrais minéral, s'avérerait en revanche potentiellement utile dans une filière de production de riz biologique valorisant les meilleures rizières et la fumure organique.

La faiblesse du gain réel moyen de rendement (+ 5 %), l'adoption rare dans les zones de forêts ou de lisières sans incitations économiques, l'apport concentré du fumier disponible sur de petites parcelles au lieu de le répartir, et les cas de verse observés, infirment l'idée de ses promoteurs que le SRI préserve mieux l'environnement dans la région étudiée.

L'importance du salariat et de la fumure infirme aussi l'idée que le SRI serait idéal pour les pauvres, effectivement moins enclins à l'adopter que les plus aisés (Moser et Barrett, 2003).

Limites de l'enquête

L'ambition d'évaluer l'écart entre les normes introduites et les pratiques est restée limitée à une petite région, alors que ces modèles sont diffusés à une échelle nationale et rencontrent donc des situations diverses plus ou moins propices à l'effet SRI. Une répétition de ce travail dans d'autres régions avec plus de données de profil cultural et des expérimentations sont donc nécessaires.

Conclusion

La politique d'intensification par les « normes techniques » SRA-SRI n'a pas eu les résultats escomptés dans la région d'étude, ceux qui en retirent un avantage apparent étant équilibrés par ceux qui y perdent sûrement. Le SRA semble mieux indiqué pour des parcelles et exploitations plus grandes et des sols portants, valorisant mieux la petite mécanisation. Bien que le domaine de recommandation du SRI à l'échelle parcelle s'avère plutôt étroit, le SRI pourrait présenter aussi quelque intérêt à l'échelle « exploitation » (organisation du travail « bassin » (partage de l'eau), « filière » (agriculture biologique) ou encore « société », qui seront d'autres sujets à aborder pour mieux expliquer les phénomènes d'adoption en l'absence d'incitations directes et mieux cerner le domaine de recommandation du SRI.

L'importance du contexte sur l'intérêt de chaque modèle invite à renoncer à une approche prescriptive normative, que ce soit à l'échelle d'un projet ou d'un pays. Il faudrait préférer une approche plus intensive en connaissances pour des conseils toujours mieux ciblés, ce qui suppose de l'alimenter par une recherche à la fois indépendante et bien articulée aux opérations de développement. ■

Remerciements

Ce travail a commencé dans le cadre du programme Gestion des espaces ruraux et de l'environnement à Madagascar (Centre national de recherches sur l'environnement [CNRE] - Institut de recherche pour le développement [IRD]) et s'est poursuivi dans le cadre de l'UMR Gouvernance, Risques, Environnement, Développement (GRED IRD-UM3). Nos remerciements aux paysans Betsileo, au centre Fofifa (Centre national de recherche appliquée au développement rural), à l'Association Tefy Saina et à la direction régionale du Développement rural à Fianarantsoa pour leur collaboration et aux trois relecteurs du manuscrit pour leur contribution.

Références

ATS, 2007. *Voly Vary Maro Anaka. Système de riziculture intensive*. Antananarivo : Publications SRI-ATS. <http://tefysaina.org/SRI.pdf>

Bockel L, 2005. *Politiques publiques et pauvreté à Madagascar. La filière riz, moteur de croissance ou facteur de crise ?* Paris : L'Harmattan.

Dobermann A, 2004. A critical assessment of the system of rice intensification (SRI). *Agricultural Systems* 79 : 261-81.

Doré T, Sebillotte M, Meynard JM, 1997. A diagnostic method for assessing regional variations in crop yield. *Agricultural Systems* 54 : 169-88.

Dufournet R, Rabemanantsoa S, 1961. *Enquêtes rizicoles dans le Betsileo*. Tananarive : IRAT-IRAM.

Dufournet R, Roche P, 1967. L'amélioration de la riziculture. *Revue de Madagascar*.

Fofifa-Asareca, 2012. *Guide for sustainable irrigated rice production*. Antsirabe : Fofifa.

de Laulanié H, 1993. Le système de riziculture intensive malgache. *Tropicicultura* 11 : 110-4.

Le Bourdieu F, 1974. *Hommes et paysages du riz à Madagascar*. Antananarivo : FTM.

MAE-UPDR, 2002. *Analyse diagnostic de la filière régionale riz dans l'ensemble du secteur vivrier de la province autonome de Fianarantsoa. Résumé exécutif*. Antananarivo : ministère de l'Agriculture et de l'Élevage.

MAEP-UPDR, 2003. *Monographie de la région Haute Matsiatra*. Antananarivo : ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche. www.maep.gov.mg/hautematsiatra.pdf

Milleville P, 1987. Recherches sur les pratiques des agriculteurs. *Les Cahiers de la Recherche-Développement* 16 : 3-6.

Moser CM, Barrett CB, 2003. The disappointing adoption dynamics of a yield-increasing, low external input technology: the case of SRI in Madagascar. *Agricultural Systems* 76 : 1085-100.

Razakamiamanana, 1995. *Le SRI : le riz miraculeux*. Karoka (11) : 10-2.

Senthilkumar K, Bindrajan PS, Thiagarajan TM, de Ridder N, Giller KE, 2008. Modified rice cultivation in Tamil Nadu, India: yield gains and farmers' (lack of) acceptance. *Agricultural Systems* 98 : 82-94.

Serpantié G, 2013. Genèse malgache d'un modèle agroécologique : le système de riziculture intensive (SRI). *Cahiers Agricoles* 22 : 393-400. doi : 10.1684/agr.2013.0659

Stoop WA, Uphoff N, Kassam A, 2002. A review of agricultural research issues raised by the system of rice intensification (SRI) from Madagascar: opportunities for improving farming systems for resource-poor farmers". *Agricultural Systems* 71 : 249-74.

Tsujimoto Y, Horie T, Randriamihary H, Shiraiwa T, Homma K, 2009. Soil management: The key factors for higher productivity in the fields utilizing the system of rice intensification (SRI) in the central highland of Madagascar. *Agricultural Systems* 100 : 61-71.

Uphoff N, 1999. Agroecological implications of the system of rice intensification (SRI) in Madagascar. *Environment, Development and Sustainability*. Dordrecht : Springer.