

Savoirs locaux et stratégies paysannes autour de la fertilité des sols au lac Alaotra, Madagascar

N. Ravonjariison^(1*), E. Penot⁽²⁾, A. Albrecht⁽³⁾ et T. Razafimbelo⁽¹⁾

- 1) Laboratoire des Radiosotopes (LRI), BP 3383, Route d'Andraisoro, Antananarivo 101, Madagascar
- 2) Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement, Unité Mixte de Recherche Innovation (CIRAD UMR Innovation), Campus La Gaillarde - 2 place Viala - Bat 27, bureau 223 - 34060 Montpellier, Cedex 02, France
- 3) Institut de Recherche pour le Développement, Unité Mixte de Recherche Écologie fonctionnelle et biogéochimie des sols (IRD, UMR Eco&Sols), CIRAD, AIDA Station Ligne Paradis7, Chemin de l'IRAT, 97410 Saint-Pierre, La Réunion

*: Auteur correspondant: nasandratra.ravonjariison@gmail.com

RÉSUMÉ

Comprendre les savoirs, savoir-faire et pratiques des paysans reste indispensable pour conduire des programmes de développement agricole efficaces et des recherches appropriées. Pourtant, peu d'efforts ont été effectués pour étudier les savoir-faire locaux sur la gestion de la fertilité des sols au lac Alaotra, Madagascar. Cette étude a pour objectifs (i) de répertorier les savoirs locaux mobilisés pour la gestion de la fertilité des sols et (ii) d'analyser les stratégies paysannes développées sous forme de pratiques réelles pour gérer ces savoirs sur les types de sols reconnus par les paysans. La méthodologie est basée sur des enquêtes semi-directives auprès de 100 agriculteurs. Les résultats ont montré que les principales stratégies locales déclarées restent l'apport de fumures (organiques et minérales) et la pratique de l'agriculture de conservation (AC), citées respectivement par 100 % et 66 % des paysans enquêtés. Les 8 types de fumures organiques et les 5 types d'engrais minéraux reconnus par les paysans, ainsi que la description donnée de leurs modalités respectives de mise en œuvre attestent une connaissance fine et un certain savoir-faire en la matière. L'apport réel sur les parcelles demeure toutefois limité du fait des faibles capacités de production de fumier et de capital pour les intrants. 54 % des paysans, à titre d'exemple, reconnaissent l'intérêt des fumiers de parc amélioré, 38 % en connaissent la technique de gestion, mais seulement 22 % l'utilisent réellement sur leurs parcelles. Pour les paquets techniques en AC préconisés particulièrement par le BVlac (projet de mise en valeur et de protection des bassins versants

Comment citer cet article:

Ravonjariison N., Penot E., Albrecht A. et Razafimbelo T., 2018 - Savoirs locaux et stratégies paysannes autour de la fertilité des sols au lac Alaotra, Madagascar, *Etude et Gestion des Sols*, 25, 29-41

Comment télécharger cet article:

<http://www.afes.fr/publications/revue-etude-et-gestion-des-sols/volume-25/>

Comment consulter/télécharger

tous les articles de la revue EGS: www.afes.fr/publications/revue-etude-et-gestion-des-sols/

du lac Alaotra), les paysans ont adopté ou souvent modifié les itinéraires techniques qui leur conviennent suivant leur perception des niveaux de fertilité de leurs sols et l'utilisation qu'ils peuvent en faire.

Mots clés

Gestion locale, connaissance endogène, pratique agricole, fertilité du sol, Ambatondrazaka.

SUMMARY

FARMERS' KNOWLEDGE AND STRATEGIES OF SOIL FERTILITY STATUS IN ALAOTRA REGION, MADAGASCAR

Understanding the farmers' practical knowledge is essential to undertake efficient agricultural development programs and suitable researches. However, only few efforts were carried out to study and to gather information about the local knowledge concerning the soil fertility of the Lake Alaotra. This study aims (i) to identify the local knowledge used to manage the soil fertility and (ii) to analyze the farmers' strategies and the practical know-how in managing these knowledges about existing soil types recognised by farmers. The methodology is based on semi-directive surveys of 100 farmers. The results showed that the main declared local strategies are the use of manures (organic and mineral) and the practice of conservation agriculture (CA), quoted respectively by 100 % and 66 % of the surveyed farmers. The 8 types of organic manures and the 5 main types of mineral manures known by the farmers and the given description of their respective implementation methods attest a well perceptive knowledge and a definite know-how on the matter. However, the effective provision on the plots remain limited because of the low production capacity of manure and of input capital contribution. For example, 54 % of the farmers recognize the benefit of the manures from improved park, 38 % know its technical management, but only 22 % really use it on their plots. For the CA packages particularly provided by the BVlac project (development and protection project of the lake Alaotra watershed), the farmers adopted or often modified the appropriate technical process according to their vision of the soil fertility levels and the way they may use it.

Key-words

Local management, endogenous knowledge, agricultural practices, soil fertility, Ambatondrazaka.

RESUMEN

SABERES LOCALES Y ESTRATEGIAS CAMPESINAS ALREDEDOR DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS CERCA DEL LAGO ALAOTRA, MADAGASCAR

Comprender los saberes locales, conocimientos técnicos y prácticas de los campesinos queda indispensable para manejar programas de desarrollo agrícola eficiente y de investigaciones apropiadas. Sin embargo, se efectuaron pocos esfuerzos para estudiar los saberes locales sobre la gestión de la fertilidad de los suelos cerca del lago Alaotra, Madagascar. Este estudio tiene como objetivos (i) inventariar los saberes locales movilizados para la gestión de la fertilidad de los suelos y (ii) analizar las estrategias campesinas desarrolladas bajo forma de prácticas reales para gestionar estos saberes sobre los tipos de suelos reconocidos por los campesinos. La metodología se basa sobre encuestas semiestructuradas de 100 campesinos. Los resultados mostraron que las principales estrategias locales declaradas quedan el aporte de abonos (orgánicos y minerales) y la práctica de la agricultura de conservación (AC), citados respectivamente por 100 % y 66 % de los campesinos encuestados. Los 8 tipos de abonos orgánicos y los 5 tipos de abonos minerales reconocidos por los campesinos, así que la descripción dada de sus modalidades respectivas de aplicación demuestran un conocimiento fino y una cierta experiencia en esta materia. El aporte real sobre las parcelas queda no obstante reducido del hecho de las pequeñas capacidades de producción de estiércol y de capital para los insumos. 54 % de los campesinos, por ejemplo, reconocen el interés de los estiércoles de los parques mejorados, 38 % conocen la técnica de gestión, pero solamente 22 % la usan realmente en sus parcelas. Para los paquetes técnicos en AC preconizados particularmente por el BALac (proyecto de aprovechamiento y de protección de las cuencas hidrográficas del lago Alaotra), los campesinos adoptaron o a veces modificaron los itinerarios técnicos que les convienen según su percepción de los niveles de fertilidad de sus suelos y del uso que pueden hacer.

Palabras clave

Gestión local, conocimiento endógeno, prácticas agrícolas, fertilidad del suelo, Ambatondrazaka.

La diminution de la fertilité des sols constitue la raison majeure de la faible production agricole renforçant le problème de l'insécurité alimentaire dans les pays d'Afrique subsahariens (Sánchez *et al.*, 1995). Au lac Alaotra, Madagascar, la baisse de la fertilité des sols est liée à la forte pression démographique générée par l'attractivité de la zone pour son potentiel agricole, la possibilité d'extension des cultures sur les *tanety* (collines) et une certaine sécurité sociale et politique (Penot, 2009). Cette population qui ne cesse d'augmenter (plus de 3 % par an), fait actuellement face à des ressources foncières restreintes, à une dégradation du milieu renforcée par la surexploitation du sol et l'absence de compensation des exportations des cultures. Ce type d'exploitation du milieu qualifié de « minière » diminue à terme les productions agricoles (Penot, 2009).

Pour faire face à ces menaces réelles, des programmes de développement et de recherches agricoles ont été réalisés dans la région telles la mise en valeur des versants, l'intégration agriculture - élevage, les plantations forestières, l'utilisation de système de cultures moins érosif (Penot et Garin, 2011) et particulièrement la promotion de l'agriculture de conservation (AC). Il s'agit d'une technique de conservation du sol dont la caractéristique principale est le non-retournement du sol, la protection par un couvert végétal permanent et une rotation culturale bien raisonnée (FAO, 2008). De nombreuses études démontrent les potentiels avantages de l'AC à augmenter le taux de matière organique, à stocker plus de carbone dans le sol (Capillon et Séguy, 2002; Razafimbelo, 2005; Bernoux *et al.*, 2006; Corbeels *et al.*, 2006; FAO, 2008) et donc à renforcer la fertilité des sols. Cependant, les

études s'intéressant aux savoirs des agriculteurs sur les effets de la fertilité dans l'application de l'AC sont peu documentées.

Au lac Alaotra, peu d'attention a été accordée aux savoirs locaux et stratégies paysannes liés à la perception de la fertilité des sols. Les agriculteurs ont pourtant acquis des connaissances effectives issues de plusieurs années d'expériences à travers plusieurs générations. Ils ont su adapter leurs systèmes agricoles en utilisant des ressources limitées dans des conditions difficiles et précaires (Saito *et al.*, 2006). Comprendre les savoirs et pratiques locaux reste indispensable pour conduire des projets agricoles plus adaptés. L'article a pour objectifs de répertorier les savoirs locaux mobilisés pour la gestion de la fertilité des sols et d'analyser les stratégies paysannes développées sous forme de pratiques réelles pour gérer ces savoirs. Les types de sols étudiés sont issus des études effectuées séparément sur la classification locale des sols.

Depuis plus d'un siècle, la zone s'avère être le terrain de prédilection d'intervention du pouvoir public, de divers organismes et de projets de développement agricoles (Penot et Garin, 2011). De nombreux nouveaux systèmes de cultures n'ont cessé d'être introduits par la recherche et vulgarisés par des acteurs variés sans avoir d'impact significatif sur la fertilité des sols et sans considérer suffisamment les savoirs locaux. Les pratiques paysannes de gestion de fertilité des sols dans la zone sont ainsi les fruits d'un amalgame de connaissance mélangeant savoirs endogène et exogène. Par rapport à ces foisonnements de savoirs, cet article se propose de répondre : quid des savoirs et stratégies locaux de fertilité des sols ? La prise en compte des savoirs des paysans

Figure 1 - Carte de localisation.
Figure 1 - Location map.

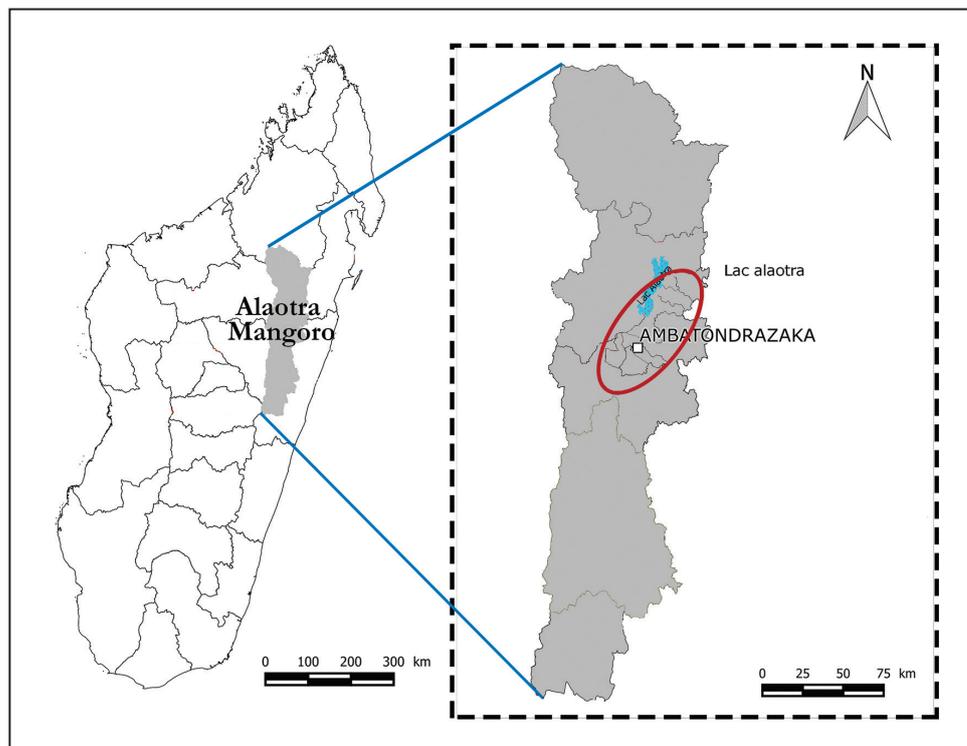
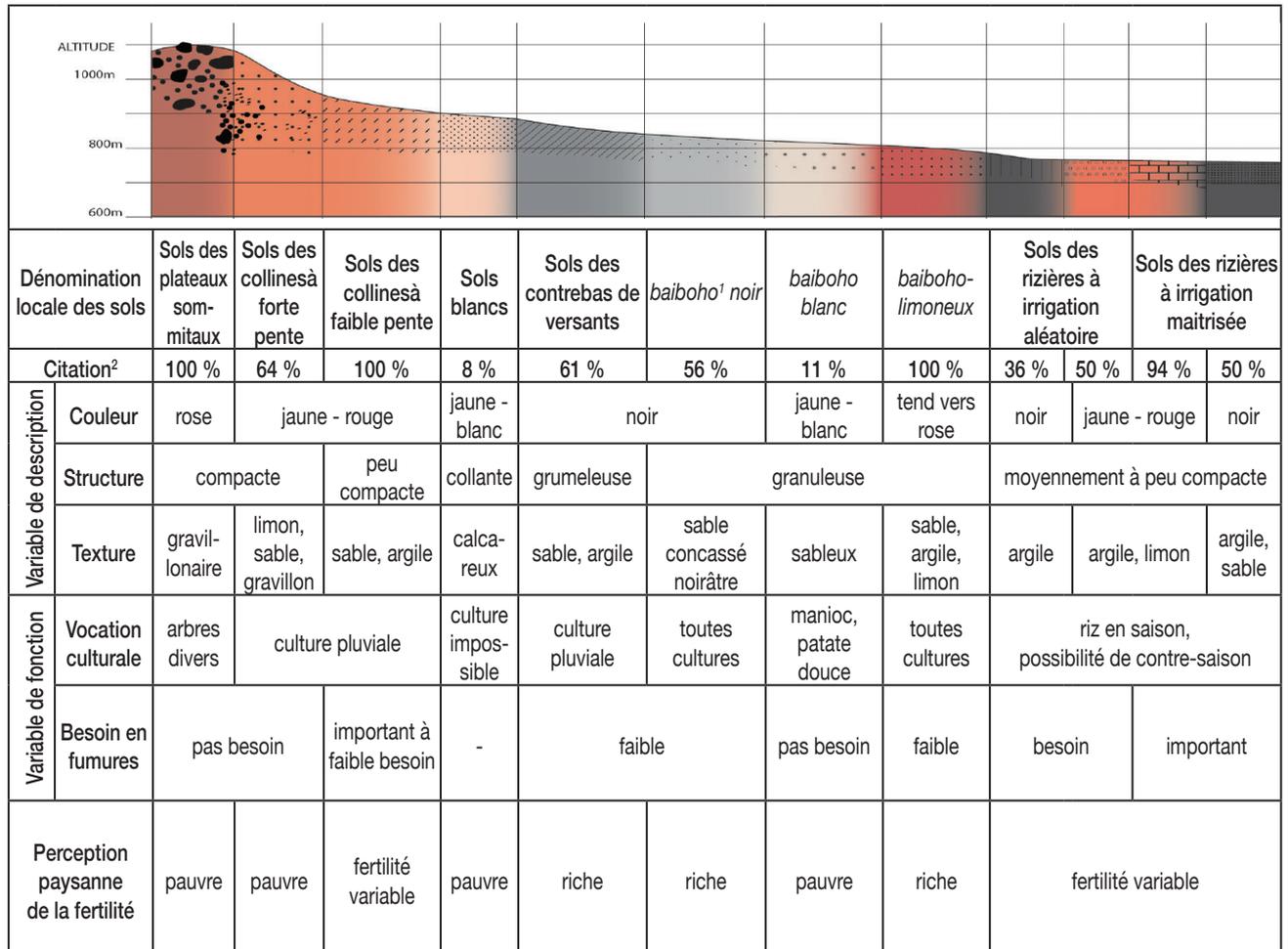


Figure 2 - Types de sols suivant la classification paysanne.**Figure 2 -** Soil classification according to farmers' knowledge.

1 Sols peu évolués d'apport alluvionnaire de textures très variables

2 Citation: pourcentage des paysans ayant cité et reconnu l'existence du type de sol présenté

dans l'analyse des pratiques de gestion de la fertilité des sols permet d'avoir une meilleure compréhension de la logique paysanne, leurs objectifs, mais aussi des difficultés auxquelles ils font face et ainsi de construire des propositions techniques pouvant répondre à leurs possibilités et besoins (Blanchard, 2010).

MATÉRIELS ET MÉTHODES

La zone d'étude

L'étude est réalisée dans la Région Alaotra-Mangoro, au lac Alaotra, qui est localisée à 150 km au nord-est de la capitale, Antananarivo. La région est située entre 17° 10' et 18° latitude sud et 48° 10' et 48° 40' longitude. Elle est constituée par des plateaux et collines herbeuses d'environ 5700 km² et par une vaste plaine

marécageuse de 130000 ha bordant un lac de 200 à 300 km² fluctuant en fonction des saisons (Penot et Garin, 2011). La pluviosité moyenne annuelle est de 1200 mm. La région est caractérisée par un climat tropical subhumide de moyenne altitude. La température annuelle est de 20 °C. Le relief est particulièrement caractérisé par la cuvette de l'Alaotra qui correspond à un fossé tectonique remblayé par des sédiments lacustres pléistocènes qui forment des buttes résiduelles culminant entre 750 et 1100 m d'altitude. Trois grands types de sols sont présents les sols ferrallitiques, alluvionnaires et hydromorphes (Raunet, 1984; Garin, 1998). Toutefois, les types de sols utilisés dans cette étude sont ceux issus de la classification paysanne (figure 2)

Tableau 1 - Savoirs locaux sur les engrais organiques reconnus par les paysans du lac Alaotra.**Tableau 1** - Local knowledge of organic fertilizers y lake Alaotra's farmers.

Variables		Entités	Fumures d'origine ménagère	Fumures organiques d'origine animale (<i>zezi-pahitra</i>)					Fumures organiques d'origine végétale
		Ordures domestiques	Poudrette de Parc simple	Fumiers de arc amélioré	Lisiers de petits ruminants	Fiente de volailles	Lombri-compost	Fiente de chauves-souris	Compost
		<i>Zezi-pako</i>	<i>Zezikatain' omby</i>	<i>Zezikatain' ombymana rapenitra</i>	<i>Zezikatain' ondry (ovins)</i>	<i>Zeziakaako hoamam-borona</i>	<i>Zeziaka kankana</i>	<i>Zezikara manavy</i>	<i>Kaom-positra</i>
Citation savoir		51 %	100 %	54 %	23 %	31 %	18 %	15 %	54 %
Citation savoir-faire		37 %	100 %	38 %	13 %	10 %	5 %	3 %	26 %
Variables de description	Éléments utilisés	Cendre, terre et autres ordures facilement pourrissables	Bouses de vache	Urine, bouses, paille de riz, résidus de nourriture	Excrément d'ovins, résidus de cultures	Excréments oies, canard ou poule	Vers de terre, ordures ménagères, matières végétales	Déjection chauve-souris	Résidus de cultures, épiluchures, déjections animales...
	Lieu de production	Fosse d'ordures près de l'habitation	Parc à zébu traditionnel	Parc à zébu amélioré	Parc à ovin amélioré	Basse-cours	Petit hangar	Toit des maisons traditionnelles	Au champ, proches parcelles cultivées
	Durée de maturation	Quelques jours à quelques mois selon les ingrédients	Quelques jours	A partir de 3 semaines	A partir de 2 mois	Quelques jours		Une fois sèche	A partir de 3 mois
Variables de fonction	Effet sur les plantes	Favorise fructification et reverdissement	Favorise croissance des plantes à la levée		Favorise croissance des plantes et reverdissement				
	Effet sur sol	Améliore la qualité des sols							
Variables de risque	Risque vis-à-vis de l'eau	Pas de risque particulier	-	-	-	Lessivé par pluie abondante	-	-	-
	Autres risques	-	Envahissement d'adventices	Envahissement d'adventices, risque de maladies avec la litière	-	-	-	Brûlure de plantes en quantité élevée	-

Tableau 2 - Savoirs locaux sur les engrais organiques reconnus par les paysans du lac Alaotra.**Tableau 2** - Local knowledge of mineral fertilizers by lake Alaotra's farmers.

Entité Variables	Types d'engrais minéraux	NPK	Urée	DAP (Diamonium phosphaté)	Blaukorn	Bayfolan
	Nom vernaculaire	<i>Zezikataimboalavo</i> (crottes de rat d'engrais)	<i>Zezi-tsiramamy</i> (sucre granulé d'engrais)	DAP	<i>Blankorna</i>	<i>Zezikaranony</i> (engrais liquide)
Citation savoir		62 %	56 %	20 %	6 %	7 %
Citation savoir-faire		25 %	23 %	13 %	6 %	6 %
Variables de description	couleur	noir	blanc	gris	bleu ciel	bleu
	forme	ovale, petite taille	ronde, petite taille	Ronde	ronde, taille moyenne	liquide
	conditionnement	en sac blanc ou mis en sachet			mis en sachet de 25 kg	bouteille
	vocation culturale	toutes cultures privilégiant grains ou racines	toutes cultures misant sur les feuilles	toutes cultures		toutes cultures misant sur les feuilles
Variables de fonction	durée et rapidité de l'effet	effet immédiat, de courte durée (cycle cultural)	effet de reverdissement visible 2 jours après application	effet encore efficient en contre-saison	effet immédiat, de courte durée (cycle cultural)	
	effet sur les plants	croissance aisée des grains, favorise la fructification	reverdit les plantes	bonne croissance, reverdissement	productivité des cultures	reverdit et épaissit les feuilles
	effet sur le sol	amélioration de la fertilité				-
Variables de risque	pour les plantes	nuisibilité en cas de déficit hydrique : brûlure, jaunissement des feuilles, plants galeux et flétris et lessivage en cas d'excès hydrique				-
	pour le sol	sans FO, sol devient compact, difficile à émotter et à labourer				-
	autres risques	appauvrissement des sols par l'apparition successive d'adventices, dépendance				-

Acquisition des données relatives aux savoirs locaux sur les sols

Les savoirs locaux sur les sols ont été obtenus à partir d'une étude faisant l'objet d'un papier parallèle. Les principaux critères utilisés par les paysans pour classer et évaluer le niveau de fertilité des sols sont la couleur, la structure et la texture.

En complément à ces variables de description, les agriculteurs catégorisent et évaluent également leurs sols par rapport à leurs modalités de fonctionnement perceptibles travers la flexibilité des travaux du sol, les besoins en fertilisation et les cultures possibles.

Acquisition des données relatives aux savoirs et pratiques locaux sur les fumures organiques et minérales

Cent paysans ont été enquêtés pour cette étude. La méthodologie utilisée pour étudier les savoirs et pratiques réelles d'utilisation des engrais est la grille de caractérisation des savoirs locaux développée par Vall *et al.* (2006).

Cette méthode est fondée sur le fait que pour structurer leurs savoirs sur des objets réels, les hommes créent des classifications d'objets (entités) et utilisent des variables pour les caractériser (Blanchard, 2010). Son application se fait en 3 étapes (Vall *et al.*, 2006). La première étape consiste à mener des enquêtes exploratoires par groupe de trois à cinq agriculteurs avec des ques-

tions ouvertes pour identifier les (i) entités soient dans cette étude les types de fumures reconnues localement, (ii) variables de description, de fonction, de risques et de gestion que les agriculteurs utilisent pour caractériser chacune des entités reconnues. Lors de la deuxième étape, des entretiens semi-directifs sont conduits suivant des enquêtes individuelles pour compléter les informations recueillies lors de la première étape. Les variantes individuelles fournies permettent de concevoir la grille de caractérisation de savoirs locaux sur les fumures. La grille constituée va, au cours de la troisième étape, faire l'objet d'une restitution au cours d'une assemblée villageoise. Le but est de compléter les informations manquantes et de corriger les éventuelles erreurs avant la validation finale des résultats.

Les trois citations ont été incorporées pour évaluer en pourcentage la répartition des types d'agriculteurs qui i) savent l'existence du type d'engrais (savoirs), ii) connaissent leurs modes de fabrication, d'application et de gestion (savoir-faire) et iii) en apportent réellement sur leurs parcelles (pratiques).

Acquisition des données relatives aux stratégies paysannes de la fertilité de sols face aux paquets techniques d'AC proposés

Des enquêtes semi-directives ont été réalisées pour analyser les stratégies paysannes de fertilité. 116 parcelles paysannes ont

fait l'objet de description pour trois années consécutives d'itinéraires techniques d'AC. Le questionnaire a été conçu pour avoir des réponses concrètes de ce que les paysans ont fait des paquets techniques d'AC qui leur ont été proposés.

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Savoirs locaux mobilisés pour la gestion de la fertilité des sols

L'apport d'engrais organique et/ou minéral et la pratique de l'AC restent les principaux savoirs déclarés par 100 % et 66 % respectivement des agriculteurs enquêtés pour maintenir la fertilité des sols.

Savoirs locaux relatifs aux engrais organiques et minéraux

Les paysans sont convaincus des bienfaits que peuvent apporter les engrais sur leurs parcelles. Ils déclarent que leurs sols deviennent compacts, durs et peu productifs et que leurs systèmes de culture ne perdurent pas, quand ils n'apportent pas d'engrais sur leurs parcelles.

Figure 3 - Itinéraires techniques préconisés et reconnus sur l'ensemble des sols de *tanety* ou collines.

Figure 3 - Recommended and recognized technical itineraries on *tanety* soils or hills.

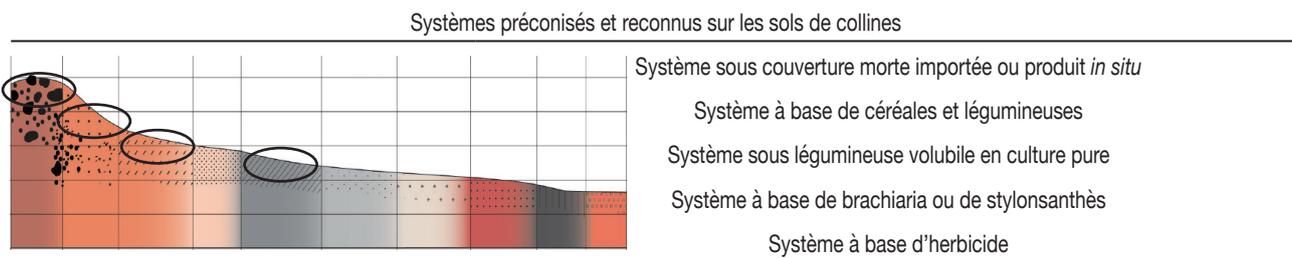
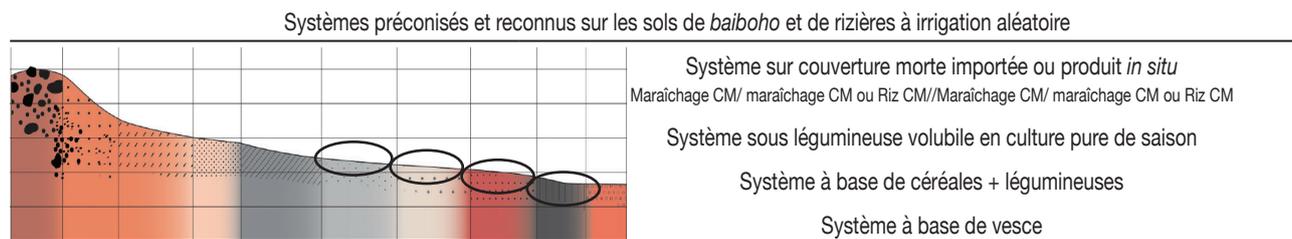


Figure 4 - Itinéraires techniques préconisés et reconnus sur l'ensemble des sols de *baibo* et de rizières à irrigation aléatoire.

Figure 4 - Recommended and recognized technical itineraries for all *baibo* soils and rice fields with random irrigation.



Avec CM: couverture morte//: succession inter-annuelle (entre 2 années culturales); + : association de cultures; /: succession intra-annuelle

Tableau 3 - Stratégies paysannes de la gestion des engrais organiques reconnus par les paysans du lac Alaotra.**Tableau 3** - Farmers' strategies on organic fertilizers management.

Entité	Fumures d'origine ménagère	Fumures organiques d'origine animale (zezi-pahitra)						Fumures organiques d'origine végétale	
	Ordures domestiques	Poudrette de Parc simple	Fumiers de Parc amélioré	Lisiers de petits ruminants (ovins)	Fiente de volailles	Lombric compost	Fiente de chauves-souris	Compost	
	<i>Zezi-pako</i>	<i>Zeziika tain'omby</i>	<i>Zeziika tain'omby manarapenitra</i>	<i>Zeziika tain'ondry</i>	<i>Zeziika akoho amam-borona</i>	<i>Zeziika kankana</i>	<i>Zeziika ramanavy</i>	<i>Kaompositra</i>	
Citation pratique	31 %	61 %	22 %	9 %	10 %	3 %	3 %	26 %	
Variables de Gestion	Travail	Rassembler les composants dans fosse, retourner et arroser régulièrement, vider et appliquer	Parquer animaux, ramasser bouses sèches, appliquer	Parquer animaux, mettre litière, glisser déjections et matières végétales régulièrement dans fosse (suivant fiche technique)	Appliquer une fois sec et poudreux ou mélanger avec biomasses ou/et bouses de vache	Ramasser et appliquer une fois sèche	Mettre les vers dans déchets quotidiens à raison de la moitié de leur masse, laisser décomposer, séparer vers et engrais, appliquer (suivant fiche technique)	Collecter, faire sécher, diluer avec FO à raison d'au moins 3 fois sa dose, appliquer	Faire un abri, collecter et intercaler ingrédients, arroser, couvrir, laisser décomposer, appliquer (suivant fiche technique)
	Dosage	0 à 20 *charrettes/ha (selon disponibilité)			0 à 1,5 charrette/ha (selon disponibilité)	selon disponibilité	0 à 6 charrettes/ha (selon disponibilité)	0 à 2 charrettes/ha Selon disponibilité	0 à 20 charrettes/ha selon disponibilité
	Application	En poquet: culture pluviale ou en contre-saison quand il n'y a pas assez de fumures; à la volée: riz irrigué et autres cultures quand les paysans en possèdent assez/ généralement épandus avant ou pendant le semis							

Savoirs locaux sur les engrais organiques

Les agriculteurs reconnaissent 8 types de fumures organiques (FO) pouvant être classées en 3 catégories: fumures d'origine ménagère, d'origine animale et d'origine végétale (tableau 1). Chaque type de fumure est caractérisé par quatre groupes de variables. Les mêmes variables sont rapportées par des études antérieures (Blanchard, 2010).

Ces fumures sont localement perçues pour favoriser la fructification et la croissance des plantes. Il n'y a pas de risques significatifs sauf le risque d'envahissement d'adventices pour les fumures de parc et de brûlure de plantes en quantité élevée pour la fiente de chauve-souris.

Savoirs locaux sur les engrais minéraux

Les agriculteurs reconnaissent 5 principaux types d'engrais minéraux (tableau 2), chaque type est aussi caractérisé par

quatre groupes de variables. Ces résultats rejoignent également ceux de Blanchard (2005). Les paysans attribuent les noms vernaculaires des engrais chimiques par rapport à leurs aspects physiques (couleurs et formes particulièrement).

Les risques reconnus par les engrais minéraux seraient liés à la nuisibilité des plantes en cas de déficit hydrique et de lessivage en cas d'excès d'eau. Cette perception paysanne rejoint les études de Bertrand *et al.* (2000) affirmant les effets des engrais minéraux sur les besoins accrus en eau des cultures par une évaporation plus forte. Selon cette étude, les agriculteurs perçoivent qu'en cas de faibles pluies, les engrais minéraux « tirent l'humidité du sol » et assèchent les plantes. Dans le cas contraire, en cas d'excès hydrique, les paysans perçoivent la réduction d'efficacité des engrais. Cette réduction d'efficacité est générée par la perte de l'urée par lessivage (mouvement d'eau vertical) et des

Tableau 4 - Stratégies paysannes de la gestion des engrais chimiques reconnus par les paysans du lac Alaotra.**Tableau 4** - Farmers' strategies on mineral fertilizers management.

Entité	Types d'engrais chimiques	NPK	Urée	DAP (Diamonium phosphaté)	Blaukorn	Bayfolan
Variables	Nom vernaculaire	<i>Zezikataim-boalavo</i> (crottes de rat d'engrais)	<i>zezi-tsiramamy</i> (sucre granulé d'engrais)	DAP	<i>Blankorna</i>	<i>Zezikaranony</i> (engrais liquide)
Citation pratique			12 %	9 %	4 %	3 %
Variables de gestion	vocation culturale	toutes cultures privilégiant grains ou racines	toutes cultures misant sur les feuilles	toutes cultures	toutes cultures	toutes cultures misant sur les feuilles
	dosage	selon possibilité, -10 à 200 kg/ha	selon possibilité -10 à 100 kg/ha	selon possibilité, -10 à 150 kg/ha	selon possibilité, -10 à 150 kg/ha	0,25 l d'engrais dilué avec 16 l d'eau/0,10 ha
	dosage recommandé	100 - 200 kg/ha	50 - 100 kg/ha	150 kg/ha	150 kg/ha	2,5 l/ha
	mode d'application	en poquet ou localisé autour du pied	à la volée (pour plant donnant des grains), en poquet pour autres cultures	à la volée ou en ligne		pulvérisé
	période d'application	au semis	25 jours après semis ou repiquage et 45 jours après semis ou montaison	même jour que semis ou repiquage	avant semis	après repousse des feuilles

complexes NPK par érosion et ruissellement (mouvement d'eau latérale) (Blanchard, 2010). Un autre risque cité relatif à l'emploi de ces engrais minéraux serait l'appauvrissement des sols par l'apparition d'adventices successives tels que les *Acanthospermum hispidum*, *Mitracarpus hirtus*, *Heteropogon contortus*, *Aristida multicaulis*, etc. Ces risques correspondent aux effets secondaires des engrais présentés par la recherche agronomique avec l'acidification des sols et l'épuisement en éléments minéraux par le développement accru des cultures et des adventices (Bertrand *et al.*, 2000).

Savoirs locaux relatifs à l'agriculture de conservation

La citation de la pratique de l'AC en tant que deuxième principal savoir local mobilisé pour maintenir la fertilité des sols est justifiée par la promotion du système pendant plus d'une décennie par le projet BVlac et ses partenaires dans la région.

Les itinéraires techniques préconisés par les vulgarisateurs étaient conçus de manière générale pour chaque unité morphologique de la toposéquence. Les vulgarisateurs ne fournissaient pas non plus de spécifiques itinéraires pour chaque niveau de fertilité. Ce sont les paysans qui ont transformé ces savoirs communiqués suivant leurs connaissances du milieu et les potentialités

estimées des types de sols. Ces résultats sont complémentaires des études antérieures effectuées par Domas et Andriamalala (2008) avançant que les choix des agriculteurs par rapport aux systèmes d'AC proposés se font selon leurs objectifs.

Les figures 3 et 4 résument les itinéraires préconisés par les vulgarisateurs (Fabre, 2011 ; Penot, 2011 ; Raharisoa, 2011) et ceux déclarés reconnus par les paysans pour l'ensemble des sols de collines, de *baiboho*, et les sols des rizières à irrigation aléatoire.

Stratégies paysannes de gestion de la fertilité des sols

Stratégies paysannes relatives aux engrais organiques

Pour chaque type d'engrais organique reconnu, le dosage par hectare dépend particulièrement de la capacité de production de l'exploitation. Il varie de 0 à 20 charrettes/ha. Les agriculteurs utilisent sur leurs parcelles tous les types de FO disponibles sur leurs exploitations comme aussi pour le cas des paysans de Mali (Dembélé, 1994). Toutefois, la fumure d'origine bovine représente la fumure principale, particulièrement la poudrette de parc. Elle

Tableau 5 - Itinéraires techniques adaptés sur les sols perçus pauvres des *tanety* et *baibo*.**Tableau 5** - Adapted technical itineraries on soils perceived as poor on *tanety* and *baibo*.

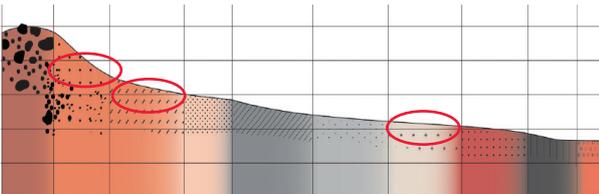
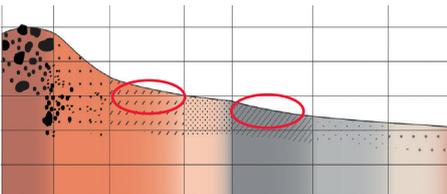
Itinéraires techniques adaptés sur les sols des collines à forte pente, sols des collines à pente faible et sols des <i>baibo</i> blancs	
	Système à base de <i>brachiaria</i> et de <i>stylosanthès</i>
	<i>brachiaria</i> // <i>brachiaria</i> // <i>brachiaria</i>
	manioc + <i>stylosanthès</i> // <i>stylosanthès</i> //riz
	arachide + <i>stylosanthès</i> //maïs + <i>stylosanthès</i> //riz
	manioc// <i>stylosanthès</i> ou <i>brachiaria</i> //manioc
	riz//maïs+lég (légumineuses) //arachide
	maïs + <i>stylosanthès</i> //maïs + <i>stylosanthès</i> //maïs + <i>stylosanthès</i>
<i>brachiaria</i> +lég// <i>brachiaria</i> +lég// <i>brachiaria</i> +lég	

Tableau 6 - Itinéraire techniques adaptés sur les sols perçus riches des *tanety*.**Tableau 6** - Adapted technical itineraries on soils perceived as rich on *tanety*.

Itinéraires techniques adaptés sur les sols des collines à faible pente et les sols des contrebas de versants	
	Système à base de couverture vive
	maïs+légumineuse //maïs+légumineuse //maïs+légumineuse
	maïs+légumineuse//riz//arachide ou maïs+légumineuse
	maïs+légumineuse//maïs+légumineuse//arachide ou riz
	légumineuse volubile//légumineuse volubile //légumineuse volubile
	légumineuse sous couverture morte en continue
	riz/légumineuse//riz//légumineuse//riz//légumineuse
	riz//maïs+légumineuse//riz
	riz//maïs+dolique+niébé//riz

// : succession inter-annuelle (entre 2 années culturales); + : association de cultures

est reconnue par 100 % des paysans et plus de 60 % d'entre eux en apportent réellement sur leurs parcelles.

Les innovations introduites au lac Alaotra pour la production de la FO sont le compostage, les fumiers de parc amélioré et le lombricompost. Ces innovations ont été introduites pour améliorer en quantité et en qualité la production de fumures. Des observations similaires sont faites dans plusieurs zones de l'Afrique (Piéri, 1989; Jeager et Matlon, 1990; Giraudy 1998).

L'épandage des FO, pour les cultures pluviales, est généralement effectué pendant ou avant la mise en culture. L'application se fait en poquet quand les paysans n'en disposent pas assez et à la volée dans le cas contraire. Les FO sont utilisées pour toutes les cultures, mais les paysans privilégient particulièrement celle du riz. Les rizières passent en priorité avec une dose importante variant entre 2 à 4 tonnes à l'hectare (Bascou, 2010).

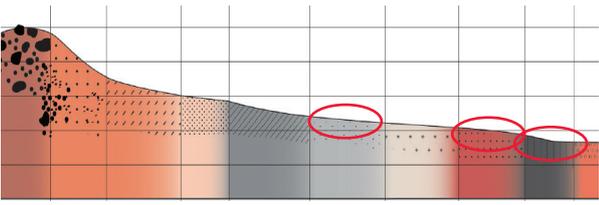
Stratégies paysannes relatives aux engrais minéraux

Pour les engrais minéraux, le dosage par hectare se fait suivant la possibilité du ménage, entre 10 et 200kg/ha d'engrais. L'application se déroule au semis pour le NPK, elle se fait à raison de deux fois pour l'urée (aux 25 et 45 jours après le semis ou le

repiquage), même jour que le semis pour le DAP, avant le semis pour le Blaukorn et après la repousse des feuilles pour le Bayfolan. L'application se fait souvent en poquet ou autour du pied du plant pour minimiser les pertes et pour économiser les engrais.

Pour l'ensemble des fumures organiques et minérales citées, les enquêtes ont révélé que les paysans en possèdent le savoir et le savoir-faire en termes de fabrication, d'utilisation et de gestion. Ces savoirs acquis sont, en effet, la somme des connaissances accumulées transmises par l'intermédiaire des différents projets de développement intervenus au lac Alaotra depuis 1960 (Penot, 2011). Il a été mentionné que les paysans connaissent les attendus des engrais sur la production. La non-fumure de la parcelle implique une évolution en sol compact, dur, peu productif limitant ainsi les systèmes de cultures. Toutefois, le pourcentage des paysans qui en utilisent reste limité. Le Recensement National Agricole 2004-2005 (Service de la statistique Agricole, 2007) confirme cette restriction puisque 85 % des superficies exploitées, dans tout Madagascar, ne sont pas du tout fertilisées. Selon Danatet *al.* (2010), le volume d'engrais minéraux importés n'a pas évolué de 1990 à 2000, variant de 15 000 à 30 000 t selon les années. Rapporté aux surfaces culti-

Tableau 7 - Itinéraires techniques sur les sols perçus riches des baiboho et rizières à irrigation aléatoire.**Tableau 7** - *Technical itineraries on the soils perceived as rich on baiboho and rice fields with random irrigation.*

Itinéraires techniques adaptés sur les sols des baiboho noirs; baiboho limoneux; des rizières à irrigation aléatoire noir et rouge- noir	
	Système à base de couverture vive avec contre-saison possible
	riz/vesce// riz/vesce// riz/vesce
	riz/légumineuse+ cs//riz/légumineuse+cs // riz/légumineuse+cs
	riz/légumineuse//riz/légumineuse//riz/légumineuse
	maïs + dolique//riz/maraîchage paillé// dolique
	maïs + dolique// riz// vesce
riz/mar. p// riz/mar. p// riz/mar. p (maraîchage paillé)	

Cs: cultures de contre-saison// : succession inter-annuelle (entre 2 années culturales); + : association de cultures; / : succession intra-annuelle

vées, l'apport représenterait moins de 1 kg par ha. Plusieurs raisons expliquent cette faible application. L'une des raisons avancées par Garin (1998) est que l'entretien des sols au lac Alaotra était assuré, il y a encore une cinquantaine d'années, par des longues jachères pâturées, mais peu par le fumier apporté. Les paysans n'ont commencé que récemment la transition de leurs pratiques extensives vers une dynamique « d'intensification fumièr » en passant nécessairement par un temps long d'imprégnation et de réelle mise en pratique (Heislen, 2010). L'autre raison est liée au nombre restreint d'animaux d'élevage par ménage limitant la quantité des déjections disponibles. Pour les fumures minérales, la très faible utilisation est liée aux problèmes financiers. C'est un investissement que les agriculteurs n'arrivent pas à rentabiliser en raison de la faible valeur des productions sur le marché. Leur emploi reste encore peu développé au lac Alaotra (Penot, 2011).

Stratégies paysannes face aux paquets techniques d'agriculture de conservation proposés

Itinéraires techniques adaptés sur les sols perçus comme « pauvres » des collines et baiboho

Les choix des cultures sur ces sols sont motivés par la possibilité de ces cultures à procurer des rendements satisfaisants sans pour autant investir beaucoup en temps et en trésorerie.

Ces sols perçus comme pauvres sont conventionnellement cultivés en monoculture suivie d'une courte jachère de 1 à 2 ans. Les principales cultures sont l'arachide, le maïs et le manioc. En AC, les choix des itinéraires techniques se font particulièrement en fonction du rendement attendu. Le but est d'avoir un rendement sûr, avec le minimum de dépenses possible. Cette stratégie fonctionne seulement avec ces cultures peu exigeantes. Cette tendance rejoint les résultats des travaux observés au Kenya par Tiftonell *et al.*, 2005, affirmant que sur sols pauvres, les paysans cultivent seulement les plantes qu'ils jugent en mesure de produire dans des rudes conditions. Ces itinéraires techniques sont aussi choisis, car ils s'avèrent rentables et peu risqués.

Avec ces itinéraires, il ressort également, en certaines occasions, une réelle stratégie de remise en valeur de terres très dégradées comme pour l'association d'une culture vivrière avec le *Stylosanthes Guianensis* ou *Brachiaria sp.* Les paysans estiment pouvoir reconstruire la fertilité des sols jugés très pauvres avec de tels itinéraires techniques. L'expression locale utilisée pour cette construction de fertilité est « *folahana ny tany* » signifiant littéralement « dressage du sol ». Penot, 2011 le confirme en avançant que les principaux systèmes d'AC rencontrés sur les sols de *tanety* très dégradés sont à bases de *Stylosanthes* et *Brachiaria*.

Les systèmes: *brachiaria// brachiaria// brachiaria* avec des possibilités de reprises en cultures vivrières après 2 - 3 ans, sont particulièrement prisés par les paysans éleveurs. Ces itinéraires procurent facilement des fourrages à faibles coûts. Les paysans qui les adoptent sont convaincus qu'ils peuvent aboutir à une amélioration significative de la fertilité des sols après quelques années. Plusieurs études attestent d'ailleurs la capacité de ces plantes à restaurer les sols (Vogel *et al.*, 2014) grâce à leurs systèmes racinaires puissants leur permettant de décompacter les sols, à leurs capacités à fixer de fortes quantités d'azote et à leurs capacités à fournir une forte quantité de biomasses (Husson, 2008). Ces résultats coïncident aussi avec les résultats de Murage (1991) pour les sols pauvres des hautes terres du Kenya où les pâturages sont reconnus localement pour leurs vertus à restaurer la fertilité des sols.

Les itinéraires techniques adaptés sur les sols des tanety perçus comme « riches »

Pour les sols riches des *tanety* (tableau 5), le système intégrant la culture du riz (en tête de rotation) reste le premier choix des paysans. Les rotations avec d'autres cultures sont effectuées pour casser le cycle continu de riz. Après le riz, le second choix privilégie les cultures procurant une meilleure rentabilité. Sur ces sols, l'objectif des paysans est d'optimiser les rendements. Ces résultats correspondent à d'autres études effectuées au Kenya où les parcelles qualifiées de fertiles sont toujours associées aux plantes à fortes valeurs ajoutées (Tiftonell *et al.*, 2005). Dans ces

conditions, les paysans n'hésitent pas à y mettre la majeure partie de leurs engrais disponibles dans une stratégie de rendements « plus que proportionnels » plutôt que de tenter de corriger la fertilité des sols pauvres (Murage, 1999). Les études conduites par Ugen *et al.*, 1993 en Uganda confirment également que cette stratégie de privilégier les plantes à forte valeur ajoutée sur certaines de leurs parcelles est régie par la qualité de ces sols.

Itinéraires adaptés sur les sols perçus riches des baiboho et des rizières à irrigation aléatoire

Sur les sols des *baiboho* et de rizières jugés comme fertiles, les agriculteurs installent les systèmes de cultures les plus rémunérateurs (tableau 6). Ces itinéraires sont seulement possibles sur ces parcelles qui bénéficient, en saison sèche, d'un apport hydrique par remontée capillaire des eaux issues des nappes (cas des *baiboho*) et donc des possibilités de pratiquer des cultures de contre-saison. Sur ces sols, le choix des cultures dépend de l'objectif de l'agriculteur (Domas et Andriamalala, 2008) avec une priorité aux légumineuses et au maraîchage. Par rapport aux cultures conventionnelles, sans mulch, Raharisoa (2011) a montré que les cultures de haricots et de pommes de terre sur mulch de riz procurent des marges brutes élevées respectives de 157 800 Ar/ha et 1 788 150 Ar/ha en 2005.

Les paysans relatent seulement l'obligation de modifier les rotations lorsqu'ils perçoivent une baisse de rendement et optent pour des itinéraires techniques moins rémunérateurs. Ils font suivre, à titre d'exemple, le riz/maraîchage paillé avec 1 ou 2 cycles de maïs + légumineuse ou de vesce avant de redémarrer l'itinéraire rémunérateur. Cette rotation peut se qualifier « d'instinctive » dans le simple fait qu'elle ne ressort pas réellement d'une approche de gestion de fertilité, mais raisonnablement d'une stratégie d'adaptation à une baisse de rendement. Toutefois, cette adaptation contribue à un effet concret de maintien de fertilité de sol.

Avec l'itinéraire riz/vesce//riz/vesce//riz/vesce sur *baiboho*, les paysans disent avoir une certaine stabilité de production avec des rendements en riz satisfaisants. La vesce peut ensuite être partiellement utilisée en tant que fourrage. La vesce est implantée en culture de contre-saison, en mois d'avril juste après la récolte du riz. Elle occupe la parcelle durant toute la période sèche avant d'être détruite en mois de septembre pour laisser de nouveau la place au riz. La vesce n'a nul besoin d'être replantée pour la culture suivante, car elle se régénère de façon naturelle d'une année à l'autre. La germination des grains débute au mois de mars - avril et ainsi de suite. Le système peut, ainsi, être conduit de manière durable.

CONCLUSION

Par rapport aux multiples programmes de développement agricole réalisés depuis plus d'un siècle au lac Alaotra, cette étude a voulu synthétiser les savoirs qui ont été retenus par les

paysans pour gérer la fertilité de leurs sols. Il en ressort que les principales stratégies de fertilité localement retenues restent l'apport d'engrais organique et/ou minéral et l'application de l'agriculture de conservation (AC).

L'analyse des savoirs locaux sur les engrais a permis de distinguer les types de fumures reconnus par les paysans et les variables qu'ils emploient pour les décrire. Les savoirs et le savoir-faire en termes de fabrication et d'utilisation des fumures semblent acquis, mais l'application réelle sur les parcelles reste limitée. Les résultats ont montré qu'il n'y a pas d'apport systématique de fumures. Les doses sont fonctions de la disponibilité en capital, des objectifs de production et des effets attendus selon le type de sols.

Par rapport à l'innovation technologique d'AC, on observe une adaptation des itinéraires techniques clairement dépendante de la qualité des sols suivant la classification locale des sols.

Les choix des cultures sur les sols perçus comme « pauvre » des *tanety* et des *baiboho*, sont motivés par la possibilité de ces cultures à procurer des rendements satisfaisants sans investissement ni risque important. Dans cette nécessité d'adaptation ressortent, pourtant, des stratégies réelles de restaurations des terres très dégradées. Pour les sols riches des *tanety*, le système intégrant le riz reste le premier choix des paysans. Les rotations avec d'autres cultures sont effectuées pour casser le cycle continu de riz. Les agriculteurs installent les systèmes les plus rémunérateurs sur les sols des *baiboho* et sols des rizières à irrigation aléatoire jugés fertiles. Les paysans sont, toutefois, dans l'obligation de modifier les itinéraires avec ceux moins rémunérateurs lorsqu'ils perçoivent une baisse de rendement.

Pour les deux stratégies (apport d'engrais et pratique AC), on peut alors parler de « pseudo-gestion de fertilité » dans la mesure où elles ne relèvent pas totalement d'une stratégie réelle de gestion ou de maintien de la fertilité des sols en tant que telle. C'est plutôt une mesure d'adaptation face aux objectifs de production, aux possibilités financières et aux types de sol de l'exploitation. Toutefois, l'identification de ces itinéraires techniques et systèmes de cultures a permis de comprendre les logiques paysannes dans leur conduite de la fertilité des sols par rapport aux connaissances agricoles innovantes introduites en fonction de leur meilleure connaissance du milieu.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient et reconnaissent les appuis financiers et techniques des organismes suivants : IFS (International Foundation for Science, Al Cirad (Bourse de soutien pour doctorants alloué par le CIRAD), BGF (Bourse du Gouvernement Français), Parraf (Programme d'appui à la recherche en réseau en Afrique), FSP PARRUR (Fonds de Solidarité Prioritaire pour la « Promotion de la recherche dans le secteur du développement rural). Les auteurs remercient également les paysans du lac Alaotra d'avoir partagé leurs riches connaissances et pour leurs accueils chaleureux durant tous les travaux d'enquêtes.

BIBLIOGRAPHIE

- Bascou D., Penot E. et Wampfler B., 2010 - Analyse du fonctionnement des exploitations polyculture élevage à travers la mise en place d'une démarche d'accompagnement des producteurs. Document de travail BV lac n° 92.
- Bertrand R. et Gigou J., 2000 - La fertilité des sols tropicaux. Paris: Maisonneuve et Larose, Le Technicien d'agriculture tropicale, 40, 397 p.
- Bernoux M., Cerri C., Cerri E., Siqueira Neto M., Metay A., Perrin A. S., Scopel E., Razafimbelo T., Blavet D., Piccolo M., 2006 - Cropping systems, carbon sequestration and erosion" in Brazil, a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 26, pp. 1-8.
- Blanchard M., 2010 - Gestion de la fertilité des sols et rôle du troupeau dans les systèmes coton - céréales - élevage au Mali-Sud. Thèse de doctorat en Science de l'Univers et Environnement, Université Paris-Est, Créteil, Val de Marne. 298 p.
- Capillon A. et Séguy L., 2002 - Ecosystèmes cultivés et stockage du carbone. Cas des systèmes de culture en semis direct avec couverture végétale. *Comptes-rendus de l'Académie d'Agriculture Française*, 88, pp. 63-70.
- Corbeels M., Scopel E., Cardoso A., Bernoux M., Douzet J.-M., Siqueira Neto M., 2006 - Soil carbon storage potential of direct seeding mulch-based cropping systems in the Cerrados of Brazil. *Global Change Biology*, 12, pp. 1-15.
- Dabat M.H. et Jenn-Treyer O., 2010 - Des trappes de pauvreté au développement durable de l'agriculture malgache In Madagascar face au défi des Objectifs du millénaire pour le développement. IRD Editions, pp. 299-318.
- Dembélé I., 1994 - Production et utilisation de la fumure organique. Fiche synthétique d'information. ESPGRN, Document N°94/19, 14 p.
- Domas R. et Andriamalala H., 2008 - Bilan sur les activités entreprises par BRL au cours de la première phase du projet BV-lac. Quelles perspectives à court et moyen terme? Document de travail n°11, BRL/ Projet BV-lac, 18 p.
- Fabre J., 2011 - Evaluation technico-économique des effets des systèmes de culture sous couverture végétale dans les exploitations agricoles du lac Alaotra, Madagascar. Mémoire de fin d'étude SupAGro Montpellier, 162 p.
- FAO, 2008 - Agriculture de conservation. Département de l'agriculture et de la protection des consommateurs. Food and Agriculture Organisation, Rome. URL: <http://www.fao.org/ag/ca/fr/>, accessible en décembre 2017.
- Garin P., 1998 - Dynamiques agraires autour de grands périmètres irrigués: le cas du lac Alaotra à Madagascar, thèse de géographie, université de Paris X-Nanterre, 374 p.
- Giraudy F., 1998 - Culture attelée, culture cotonnière: crédit et intensification de l'agriculture. *Coton et Développement*, 28, pp. 20-23.
- Heislen V., 2010 - Evaluation socio-économique de l'impact des SCV sur les systèmes d'élevage et pratiques d'intégration agriculture-élevage. Stage CIRAD, projet BVlac, 42 p.
- Husson O., Charpentier H., Razanamparany C., Moussa N., Michellon R., Naudin N., Razafintsalama H., Rakotoarivo C., Rakotondramanana, Seguy L., 2008 - Fiches techniques des plantes des couvertures: légumineuses pérennes. Manuel pratique du semis direct à Madagascar. 13 p.
- Jaeger W. et Matlon P J., 1990 - Utilisation, profitability and adoption of animal draft power in West Africa. *American Journal of Agricultural Economics*, 72, pp. 35-48.
- Murage E.W., 1999 - Diagnostic indicators of soil quality in productive and non-productive smallholders' fields of Kenya's Central Highlands. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 79 (2000), pp. 1-8.
- Penot E., 2011 - Analyse de l'adoption de l'agriculture de conservation au lac Alaotra après 10 années de diffusion. Collection AFD documents de travail, BV-lac/CIRAD. 9 p.
- Penot E. et Garin P., 2011 - Des savoirs aux savoirs faire: l'innovation alimentaire un front pionnier: le lac Alaotra de 1897 à nos jours. *Revue d'Anthropologie des Connaissances, Société d'Anthropologie des Connaissances*, 5 (3), pp.573-598.
- Pieri C., 1989 - Fertilité des terres de savane. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricole au sud du Saharicota. Ministère de la Coopération, CIRAD/IRAT, Paris, France.
- Rabenandro T., Dupin B. et Hyac P., 2009 - Guide synthétique d'agronomie et d'agroécologie dans le contexte de la rive-ouest du lac Alaotra. Document préparé par AVSF - novembre 2009. Ministère de l'Agriculture de la République de Madagascar. 47 p.
- Raharisoa B., 2011 - Analyse d'évolution des pratiques et des processus d'innovation sur systèmes de culture de type SCV dans la zone de Imerimandroso. Mémoire de fin d'études, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Antananarivo, Madagascar, 71 p.
- Raunet M., 1984 - Région du lac Alaotra Madagascar. Le milieu physique, aptitudes à la mise en valeur agricole, système et structure. Ministère de la Production et de la Réforme Agraire, IRAT/CIRAD Montpellier, 226 p.
- Razafimbelo T., 2005 - Stockage et protection du carbone dans un sol ferrallitique sous systèmes en semis direct avec couverture végétale des hautes terres malgaches. Thèse de doctorat en Science du Sol, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier. 145 p.
- Saito K., Linquist B., Keobualapha B., Shiraiwa T., Horie T., 2006 - Farmers' knowledge of soils in relation to cropping practices: A case study of farmers in upland rice based slash-and-burn systems of northern Laos. *Geoderma* 136, pp. 64-74.
- Sánchez P.A., Buresh R. J., Calhoun F.I., 1995 - Soil fertility replenishment in Africa. Nairobi, Kenya: ICRAF.
- Service de la Statistique Agricole. 2007-Recensement de l'Agriculture 2004 - 2005, Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche (MAEP), Madagascar. 77 p.
- Tittonell P., Vanlauwe B., Leffelaar P.A., Shepherd K.D., Giller K.E., 2005 - Exploring diversity in soil fertility management of smallholder farms in western Kenya. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 110 (2005), pp. 166-184.
- Vall E. et Blanchard M., 2006 - Caractérisation, évaluation et valorisation des savoirs locaux à l'échelle du territoire villageois. In: rapport final: Projet Agri-Elevage de Duras, Action 3, pp. 54-77.
- Vogel A. et Rakotonirina A., 2014 - Agro-écologie: évaluation de 15 ans d'actions d'accompagnement de l'AFD - Rapport de site visité: lac Alaotra, Madagascar. Paris, Gret, 2014, 76 p.

