

Évaluation multicritère de la durabilité des systèmes de culture dans la région du lac Alaotra (Madagascar) :

Contextualisation du modèle MASC–Mada et
évaluation de systèmes innovants pratiqués par
les paysans.



Par Ninon Sirdey

Organismes d'accueil et maitres de stage:

- UPR SCRiD – CIRAD / FOFIFA : Mathilde SESTER et Eric SCOPEL
- Unité Eco-Innov – INRA : Frédérique ANGEVIN

Mars 2013

REMERCIEMENTS

Mes remerciements s'adressent en premier lieu à mes maitres de stage Mathilde Sester, Frédérique Angevin et Eric Scopel. Un grand merci à vous trois pour m'avoir guidé le long de ce projet, pour vos précieux conseils et la confiance que vous m'avez accordé pour cette étude. Merci pour votre accueil chaleureux et pour toutes les discussions que nous avons pu avoir et qui m'ont beaucoup appris. Mathilde, merci pour tout le temps que tu m'as accordé dans le cadre du stage et en dehors.

Je tenais aussi à remercier Damien Craheix qui a été un quatrième maitre de stage improvisé. Je te remercie pour ton aide tout au long de cette étude.

Je remercie aussi l'ensemble des experts que j'ai sollicités pour leur disponibilité et leur contribution à ce travail. Merci pour tous ces échanges qui m'ont beaucoup appris tant sur le projet que sur le fonctionnement de l'agriculture malgache au sens large. Tout particulièrement, Eric P., Krishna, Tsito, et Joachin, merci. Je remercie également l'ensemble des agriculteurs qui ont participé aux réunions, merci Rivo pour la traduction.

Merci à Soary et à Annick pour s'être occupées de tous les aspects logistiques durant ce stage.

Enfin, je remercie toutes les autres occupantes de la maison Grandir A et des cases de passage d'Ambat et de Tana pour tous les moments de détente et de découverte de Madagascar que nous avons pu vivre ensemble. Une pensée tout particulière à mes collègues de vacances avec qui j'ai passé des fêtes de fin d'année pas comme les autres, Marie, Annabelle, Elsa et Antoine, merci.

Sommaire

Introduction.....	7
I. Contexte-Objectifs-Définition	9
A. Origine du stage et concepts d'évaluations de la durabilité	9
1. Origine de ces travaux.....	9
2. Une réponse à des problématiques	9
3. Concepts de l'évaluation de la durabilité.....	10
B. Contexte d'étude et Objectifs du travail	12
1. Présentation de la zone d'étude	12
2. Un travail en deux phases	13
II. Principes de l'évaluation multicritère et utilisation de DEXi	14
1. Conception de l'arbre d'agrégation.....	14
2. Définition des règles d'agrégation	14
3. Elaboration des indicateurs	15
4. Performance des agrégations	15
5. La première version de MASC-Mada	16
III. Adaptation du modèle au contexte du lac Alaotra.....	18
1. Démarche	18
2. Résultats de l'adaptation	19
3. Discussion de l'adaptation.....	23
IV. Evaluations : systèmes traditionnels, SCV et systèmes innovants.....	23
1. La démarche	24
2. Résultats	27
3. Discussion.....	36
4. Qu'en pensent les producteurs ?.....	37
Conclusion.....	40
Références	42
Annexes	44

Table des figures :

Figure 1: Arbre théorique d'agrégation multicritère.....	14
Figure 2: Arbre d'agrégation de la première version de MASC-Mada (Daudin, 2010)	17
Figure 3: Arbre d'agrégation de MASC-Mada adapté à la région du lac Alaotra.....	22
Figure 4: Note finale de durabilité totale.....	27
Figure 5: Résultats du pilier économique	28
Figure 6: Mise en évidence de l'antagonisme des critères basiques "Risque" et "Marge" pour deux systèmes contrastés.	29
Figure 7: Résultats du critère basique « Marge ».....	29
Figure 8: Résultats du le critère agrégé « risque »	30
Figure 9: Résultats du critère agrégé « impact sur le travail ».....	31
Figure 10: Résultats du pilier agronomique.....	32
Figure 11: Résultats du pilier environnement	33
Figure 12: Résultats du pilier social	34
Figure 13: Radar représentant l'évaluation des 4 piliers et la durabilité totale de 3 systèmes: Référence-SCV raté-S3-SCV-MdR-fu.....	35
Figure 14: Comparaison de deux systèmes REF et S1: désaccord des agriculteurs.....	38

Table des tableaux :

Tableau 1: Exemple de règle de décision pour l'agrégation de deux critères	15
Tableau 2: Descriptifs des systèmes traditionnels et innovants évalués à l'aide de MASC-Mada ...	25

Introduction

À Madagascar, l'agriculture a connu de multiples mutations et doit à présent se confronter à de nouveaux défis. Dans la région particulière du Lac Alaotra, considérée comme le grenier à riz de Madagascar, les mutations agricoles ont été rythmées par des changements successifs de gouvernement, par l'arrivée de migrants et par les projets de développement divers (étatiques ou privés) depuis 1897 (Penot, 2009). À présent, un des défis majeurs pour cette région consiste en l'augmentation de la production pour faire face à la croissance démographique. La réduction de la pauvreté à Madagascar passe par une amélioration de la productivité agricole, la diversification des cultures et des activités, un meilleur accès au marché tout en préservant les ressources naturelles. Ces objectifs se retrouvent dans le concept de développement durable. Dans sa définition la plus communément admise, introduite par le rapport Bruntland (1987) et adoptée lors de la conférence de Rio (1992), le développement durable est caractérisé comme « un mode de développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire les leurs » (Rio, 1992).

L'application de ce concept aux systèmes de production agricoles constitue un enjeu important, qui encourage les différents acteurs du développement à réfléchir à de nouveaux modes de culture plus durables. Dans cette optique, des systèmes innovants basés sur l'Agriculture de Conservation (AC) ont été diffusés à Madagascar. Cela implique de considérer les mécanismes de prise de décision des paysans qui essayent d'assurer leur subsistance. La notion de subsistance en agriculture englobe l'ensemble des activités et des moyens employés par un paysan pour subvenir à ses propres besoins élémentaires et à ceux de sa famille. Un système de subsistance est durable « s'il arrive à satisfaire les besoins actuels et à surmonter d'éventuels chocs tout en maintenant les ressources à long terme » (Nambena, 2004). L'évaluation de la durabilité des systèmes de culture doit alors considérer la dimension environnementale mais aussi les aspects économiques et sociaux qui guident les décisions des paysans dans leur recherche de subsistance.

Le projet PEPITES (ANR SYSTERRA) a pour but de produire des connaissances sur les processus écologiques en lien avec l'agriculture de conservation, ainsi que sur les processus d'innovation et de diffusion.

Un premier stage a été effectué en 2010 (Daudin, 2010) dans le cadre de la tâche 4 du projet PEPITES destinée à « *mettre au point des méthodes d'évaluation ex ante, multicritères et multi-acteurs, des performances de systèmes de culture innovants* » (Descriptif du projet PEPITES, 2008). Ce stage a conduit à la conception d'un modèle inspiré de l'outil d'évaluation de la durabilité des systèmes innovants du nord de l'Europe, MASC (Multi-Attribute Assessment of the Sustainability of Cropping Systems) (Sadok et al., 2009). Ce modèle est appliqué aux systèmes de culture basés sur le riz pluvial dans le Vakinankaratra¹. Si cette région semble idéale pour concevoir le modèle, de par les nombreuses études qui y ont été réalisées, elle ne permet pas, en revanche, de valider les résultats avec des données paysannes vu la faible diffusion de l'agriculture de conservation chez les agriculteurs.

¹ Hautes Terres de Madagascar

La problématique du stage actuel porte sur l'adaptation de la première version de l'outil au contexte du lac Alaotra et son utilisation dans cette région où de nombreuses références paysannes existent. La région du lac fait en effet l'objet de nombreux projets de recherche et de développement favorisant la diffusion des systèmes innovants dans le milieu paysan. Il était important de s'intéresser à la durabilité de ces nouveaux systèmes de culture. Le stage s'est scindé en deux phases : la première consistant en la contextualisation de la première version de l'outil à la région du lac Alaotra, et la seconde en l'évaluation de systèmes traditionnels et innovants paysans. Ces deux phases ont conduit à des discussions qui seront retranscrites dans ce rapport.

Dans un premier temps, nous présenterons le contexte et les objectifs de l'étude et les concepts nécessaires à l'évaluation de la durabilité. Puis, nous détaillerons les principes de fonctionnement de l'outil MASC-Mada. La démarche et les résultats de l'adaptation de l'outil au contexte d'étude seront ensuite explicités. Enfin, nous restituerons les résultats obtenus et les discussions qu'ils ont induites.

I. Contexte-Objectifs-Définition

A. Origine du stage et concepts d'évaluations de la durabilité

1. Origine de ces travaux

C'est dans le cadre des objectifs définis par l'équipe SCRiD (Systèmes de Culture et de Riziculture Durables) que l'idée du projet d'évaluation multicritère est apparue. L'équipe SCRiD est composée de chercheurs du CIRAD, du FOFIFA² et de l'Université d'Antananarivo travaillant dans plusieurs disciplines sur les problématiques liées à la riziculture pluviale. La programmation des activités de l'équipe est structurée autour de grandes questions de recherche. Alors que chaque question principale est adressée à une discipline particulière (agronomie, économie...), des questions dites « transversales » permettent une intégration pluridisciplinaire. Une des questions transversales porte sur la réflexion autour de la conception d'un outil d'évaluation multicritère dans une démarche « multi-acteurs ». Il s'agissait en premier lieu d'un outil d'animation permettant aux différents chercheurs de partager leurs connaissances acquises sur les systèmes de culture en agriculture de conservation. La notion de durabilité est alors apparue comme un moyen synthétique et englobant tous les aspects étudiés. Il a donc été décidé de concevoir un outil d'évaluation multicritère de la durabilité des systèmes de culture engageant la « mutualisation des connaissances » (Benkerrou, 2011) de chaque discipline.

2. Une réponse à des problématiques

LES SYSTEMES INNOVANTS SUR LES TANETY

C'est dans le contexte d'un pays où l'accroissement démographique induit une forte demande alimentaire que les chercheurs de SCRiD travaillent. La surface des terres en riziculture irriguée par exploitation diminue au fil des générations à cause de la succession d'héritages qui divise chaque fois un peu plus les surfaces léguées. Ces contraintes amènent les paysans malgaches à exploiter depuis 1980 les collines non irriguées appelées « *tanety* » qui deviennent alors les seules terres disponibles pour satisfaire les besoins croissants (Penot, 2009). Cependant, la mise en culture de ces terres présente des difficultés à la fois d'ordre technique (pentes), agronomique (maintien de la fertilité des sols, bio-agresseurs) et écologique (érosion importante).

Pour répondre à ces contraintes, l'équipe SCRiD étudie des solutions techniques pour permettre une expansion durable de la culture des *tanety*. Les systèmes de culture sous couvert végétal font parties des techniques innovantes qui ont été diffusées par différentes ONG (Tafa³, GSDM⁴...) dans le milieu paysan. Il est néanmoins nécessaire d'étudier l'impact de ces nouveaux systèmes, tant au niveau de l'exploitation qu'au niveau environnemental. L'évaluation pourra se faire aussi bien *a priori* afin de connaître l'impact de prototypes de systèmes ou *a posteriori*, dans le but d'apprécier la durabilité des systèmes en cours de diffusion. Cet outil devra permettre d'apprécier la durabilité de différents types de systèmes de cultures innovants et traditionnels.

² FOFIFA : Centre National de Recherche Appliquée au Développement Rural à Madagascar

³ Tafa : TAny sy FAnpandrosoana (Terres et Développement), ONG créée en 1994

⁴ GSDM : Groupement Semis Direct de Madagascar, créé en 2000, composé de 15 membres

L'ELARGISSEMENT DES QUESTIONNEMENTS

Il est important d'insister sur le caractère global de cette évaluation. En effet, l'idée dans la réalisation de cet outil est d'aller plus loin que les études qui sont mises en avant généralement. Régulièrement, les systèmes innovants tels que les systèmes de culture avec semis direct sous couverture végétale (SCV) sont présentés comme garantissant une forte efficacité en termes de diminution du risque d'érosion, d'amélioration de la fertilité des terres, ou encore en termes de maîtrise des bio-agresseurs. Toutes ces démonstrations s'intègrent dans une dimension agronomique du système de culture. L'objectif de cette étude est d'aller au-delà de la « durabilité agronomique », souvent implicite quand on parle d'évaluation d'un système de culture, et de regarder l'impact du système de culture également d'un point de vue économique, environnemental et social.

3. Concepts de l'évaluation de la durabilité

LA NOTION DE DURABILITE

La notion de développement durable est apparue pour la première fois en 1987 avec le rapport « Brundtland » qui prône un partenariat mondial pour permettre l'évolution du comportement des acteurs du développement sur les problèmes globaux. Si la quête d'un développement durable fait l'objet aujourd'hui d'un large consensus, le contenu de cette de notion et ses modalités de mise en œuvre restent encore sujet à interprétation.

Le développement durable est communément décomposé en trois grandes dimensions :

- La **dimension environnementale** qui concerne la conservation des ressources naturelles, tant les ressources productives que les autres ressources naturelles représentant souvent un patrimoine social et culturel. Une notion de maintien d'un environnement viable et préservé est comprise dans cette dimension.
- La **dimension économique** qui concerne le niveau de vie, lié à des revenus. Les revenus engendrés par l'activité doivent permettre d'assurer et de maintenir un niveau de vie correct.
- La **dimension sociale** qui implique le bien-être des personnes et la capacité des initiatives à être acceptées en entretenues par l'ensemble des acteurs sociaux.

COMMENT DEFINIR UNE AGRICULTURE DURABLE ?

Landais (1997) expose des notions de durabilité qui apparaissent très proches des problématiques qui se sont affirmées dans la conception de l'arbre de durabilité MASC-Mada. Il considère qu'une « agriculture durable » est « *écologiquement saine* » si elle préserve la qualité et la quantité des ressources naturelles et qu'elle améliore la dynamique de l'ensemble de l'agro-système ; elle est « *économiquement viable* » si elle permet aux agriculteurs de produire suffisamment pour s'assurer un revenu et fournir un profit suffisant pour garantir le travail et les frais engagés ; elle est « *socialement équitable* » si la répartition des ressources et du pouvoir satisfont les besoins de chaque membre de la société, où chacun est assuré de ses droits concernant l'usage des terres et l'accès aux capitaux et aux marchés ; elle est « *humaine* » si la dignité de tout homme est respectée. Enfin elle est « *adaptable* » si les communautés intègrent les différents changements tels que l'accroissement de la population ou la variation de la demande du marché.

DURABILITE « RESTREINTE » ET DURABILITE « ETENDUE »

D'après les définitions établies ci-dessus, on considère l'agriculture selon sa dimension « agro-environnementale » tout en prenant en compte les besoins des acteurs locaux, le maintien des liens sociaux et de l'économie. L'agriculture durable doit alors répondre à deux objectifs de manière simultanée (Terrier et al., 2010) :

- (1) « être durable par et pour elle-même grâce à des pratiques qui assurent la reproduction de ses systèmes », il s'agit là de durabilité « restreinte ».
- (2) « contribuer à la durabilité des territoires dont elle est partie prenante », il s'agit ici de durabilité « étendue ».

Ainsi dans notre étude, une intention particulière a été apportée pour ne pas évaluer les systèmes de culture de manière selon une approche uniquement de durabilité « restreinte », mais l'évaluation prend aussi en compte la durabilité dite « étendue » afin de considérer les niveaux d'organisation englobant (exploitations, filières, société...).

L'ÉVALUATION DE LA DURABILITE

Dans notre cas, nous cherchons à évaluer un certain nombre de systèmes de cultures bien définis selon plusieurs dimensions. Il convient alors de trouver une méthode permettant de structurer le problème, d'articuler et de prioriser les évaluations issues de différentes disciplines. Selon Sadok et al. (2008), les MADM (Multi Attributes Decision Methods) offrent cette possibilité. Ainsi, le modèle adapté au contexte malgache est construit suivant les caractéristiques des MADM : on utilise une démarche multicritère consistant à décomposer un problème complexe en concepts plus simples. On agrège ainsi des critères de dimensions différentes renseignés par des données qui peuvent être aussi bien quantitatives que qualitatives.

Selon Goulet *et al.* (2008), une évaluation de la durabilité se doit d'être contextuelle, car la durabilité l'est. Ceci peut être illustré par les essais d'utilisation de la version française MASC 1.0 au Brésil (Flandrin, 2008). MASC 1.0 est un outil d'évaluation multicritère de la durabilité des systèmes innovants conçu par des chercheurs français (Sadok *et al.*, 2009). Les préoccupations avancées sont donc celle rencontrées dans le contexte des pays d'Europe du Nord. Cette tentative d'utilisation au Brésil n'est pas apparue concluante par manque de cohésion entre les préoccupations explicitées dans le modèle français et les réelles contraintes et requêtes des agriculteurs brésiliens. En effet, le modèle MASC autorise des adaptations au contexte particulier d'étude (pondérations, valeurs seuils pour la discrétisation, indicateurs permettant de renseigner chaque préoccupation...), mais l'outil n'en restait pas moins inadapté aux préoccupations brésiliennes, l'écueil rencontré étant l'inadaptation des indicateurs environnementaux.. C'est à partir des enseignements tirés de ces différentes expériences (retours d'expérience de MASC 1.0 (Craheix, 2012), utilisation au Brésil) que la méthode appliquée pour ce projet a été construite. En 2010, la méthodologie DEXi-MASC a été utilisée pour concevoir avec des experts locaux un nouveau modèle adapté au contexte malgache. Pour garantir une adaptation maximale aux conditions pédo-climatiques et socio-économiques, une première discussion autour de la durabilité à Madagascar a été menée *de novo*. C'est seulement dans un deuxième temps que la version française de MASC a été soumise aux acteurs pour comparer les critères proposés (Daudin, 2010) et éviter certains oublis.

Bien que ce travail de conception ait eu lieu dans le Vakinankaratra et ait donc été adapté aux attentes propres des producteurs de cette région, il a été décidé d'utiliser ce modèle car il a été bien accepté par les acteurs du lac. Il est déjà adapté aux préoccupations malgaches, seuls des ajustements pour mieux considérer les spécificités de la région du lac Alaotra étaient nécessaires.

Selon Froger et Oberti (2002), pour compenser la divergence des priorités vis à vis composantes de la durabilité en fonction des acteurs, la mise en place d'une évaluation de la durabilité doit être participative. La démarche participative permet d'obtenir une définition consensuelle de la durabilité et de mettre en place une méthode. e

Dite « multi-acteur », la conception de l'outil fait appel à différents experts du développement et de la recherche afin d'obtenir un modèle le plus « parlant » et consensuel possible. La démarche participative permet d'assurer l'acceptabilité du modèle.

En définitive, notre démarche d'évaluation de la durabilité se veut *contextualisée, participative et multicritère*.

B. Contexte d'étude et Objectifs du travail

Le choix du Vakinankaratra s'est révélé judicieux pour effectuer le travail de conception de l'arbre de durabilité avec le plus d'experts possible. Cependant, cette région ne permet pas de faire des tests dans le milieu réel. En effet, l'intensification laitière conduit les paysans éleveurs à se détourner des productions végétales et à prendre des décisions en fonction de la valorisation laitière qu'ils pourront réaliser.

Maintenant que l'arbre de durabilité a été conçu et validé par de nombreux experts, nous l'utiliserons (avec une adaptation si besoin est) dans un contexte plus propice, où les systèmes innovants ont effectivement été adoptés par les agriculteurs, la région du Lac Alaotra. Cette région accueille depuis de nombreuses années des travaux de recherche et de développement autour des systèmes d'agriculture de conservation (2003 BV-lac⁵, 2000 BRL⁶, 1998 essais CIRAD FOFIFA). Des systèmes innovants bien contrastés y sont diffusés et pourront alors être comparés et les résultats exploités.

1. Présentation de la zone d'étude

Au cours des grandes phases historiques qui se sont succédé depuis 1897, la région du lac Alaotra a toujours été une zone d'investissements massifs et un réceptacle d'innovations diverses (Penot et al., 2010). Dès l'indépendance, le gouvernement malgache a entrepris de faire de cette région aux potentialités rizicoles importantes, le « grenier à riz » de Madagascar. Une forte intensification de la riziculture a été réalisée par le biais de la promotion de divers facteurs techniques (intrants, traction attelée, plus récemment petits motoculteurs...). Le succès de la riziculture irriguée de cette région a attiré de nombreux migrants, doublant ainsi la population en 20 ans. La pression foncière est telle que les nouveaux ménages n'ont pas accès aux plaines irriguées. La colonisation des « *tanety* », très sensibles à l'érosion, est alors devenue pratique courante. La mise en culture des terres sur les collines marque leur appropriation (Fabre, 2011) mais les processus de « *lavaka* » engendrés par

⁵ BV-Lac : projet Bassin Versant au Lac Alaotra, 2008-2013, financé par l'AFD

⁶ Bureau d'études Bas Rhône et Languedoc.

les déforestations massives provoquent d'importants dégâts dans les rizières en aval (ensablement). Les pratiques agricoles accentuent ces phénomènes d'érosion des sols. Des marques importantes d'érosion visibles à l'échelle d'une parcelle et du paysage provoquées par certains systèmes de culture traditionnels constituent des indicateurs à la non-durabilité de ces systèmes (Domas et al., 2009). Depuis les années 1990, la recherche scientifique (principalement menée par le CIRAD et le FOFIFA) a tenté de diffuser de nouvelles techniques capables d'intensifier la production agricole tout en préservant le milieu et ses ressources. C'est dans ce contexte que vont se développer les premiers travaux de vulgarisation de techniques SCV au lac Alaotra en 1998. Depuis, la recherche, associée à divers opérateurs locaux, a contribué à la diffusion des SCV, notamment dans le cadre du projet BV-Lac.

Cette région, où l'innovation dans les systèmes de culture a été largement diffusée, encadrée, et adoptée par les agriculteurs, constitue alors une zone d'étude adaptée au projet d'évaluation de la durabilité des systèmes.

2. Un travail en deux phases

Comme nous l'avons vu, ce stage s'est scindé en deux phases distinctes :

- l'adaptation du modèle aux spécificités pédoclimatiques et socio-économiques de la région du lac
- Son application pour évaluer les systèmes de culture en agriculture de conservation proposés par les acteurs de la recherche et du développement.

L'objectif de la phase d'adaptation de l'outil est double. Elle a d'abord pour but d'impliquer les opérateurs (chercheurs, techniciens, opérateurs du développement) dans le projet d'évaluation et de renforcer les collaborations entre opérateurs autour d'un projet commun. Cette animation a déjà eu lieu entre chercheurs et techniciens lors de la phase de conception de la première version de l'outil. Chaque chercheur a apporté ses connaissances dans sa propre discipline pour répondre à une question scientifique commune. Lors de sa participation au travail, chaque acteur a été confronté à des avis divers et a alors été contraints de repositionner sa propre perception au sein de l'ensemble des témoignages recueillis afin d'aboutir à une représentation commune et partagée de la notion de durabilité. Outre cet objectif, la mutualisation des connaissances permet aussi d'augmenter la pertinence globale de l'outil en représentant au mieux la diversité des problématiques associées de la région du lac. La démarche utilisée pour cet exercice sera détaillée dans la deuxième partie.

Par ailleurs, l'utilisation du modèle a elle aussi un double objectif. D'abord, Il s'agit d'encourager une discussion sur les leviers à actionner pour rendre les systèmes de culture plus efficaces en identifiant les forces et les faiblesses de chacun d'eux. L'évaluation des systèmes de culture se veut donc support de diagnostic. Cela ne consiste en aucun cas à juger de l'intérêt « absolu » d'un système de culture par sa note de durabilité finale. L'intérêt de ce type d'outil est de pouvoir comparer les systèmes entre eux selon plusieurs critères qui paraissent pertinents et de ne pas réduire l'analyse au résultat global. C'est en poursuivant la réflexion jusqu'aux critères basiques afin de comprendre ce qui a influencé l'évaluation, que des pistes d'amélioration des systèmes de culture pourront être mises en évidence. Ensuite, ces premières évaluations permettent de tester le modèle à l'aide de systèmes réels. L'objectif est de confronter les résultats obtenus aux points de vue des producteurs de manière à juger en partie la validité du travail. Des discussions autour du concept de durabilité et de la façon dont il est évalué ici sont engagées avec les experts et les

agriculteurs en s'appuyant sur les résultats obtenus. Dans ce sens, cet outil est un support à la discussion, un « support d'accompagnement » (Terrier *et al.*, 2010) et peut là encore servir d'outil de diagnostic sous forme de « tableau de bord » (Craheix *et al.*, 2012).

II. Principes de l'évaluation multicritère et utilisation de DEXi

C'est le logiciel d'aide à la décision DEXi qui a été choisi dans notre cas car il permet de décomposer tout problème décisionnel complexe en sous-problèmes plus faciles à résoudre. Nous présentons ici son fonctionnement et quelques règles élémentaires relatives à l'agrégation multicritères (Bohanec, 2008).

1. Conception de l'arbre d'agrégation

Le logiciel DEXi permet de construire un arbre d'évaluation composé de différents critères dans lequel on retrouve (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) :

- Les critères basiques qui se situent aux extrémités de chaque branche de l'arbre, ce sont les « feuilles ». Ils correspondent aux préoccupations élémentaires relatives à la durabilité du système. Ils sont renseignés par des valeurs qualitatives.
- Les critères agrégés, ou « nœuds » de l'arbre agrègent pas à pas l'information des critères sous-jacents auxquels ils sont reliés jusqu'à un critère final appelé « racine » qui permet de juger de façon synthétique la durabilité totale du système évalué.

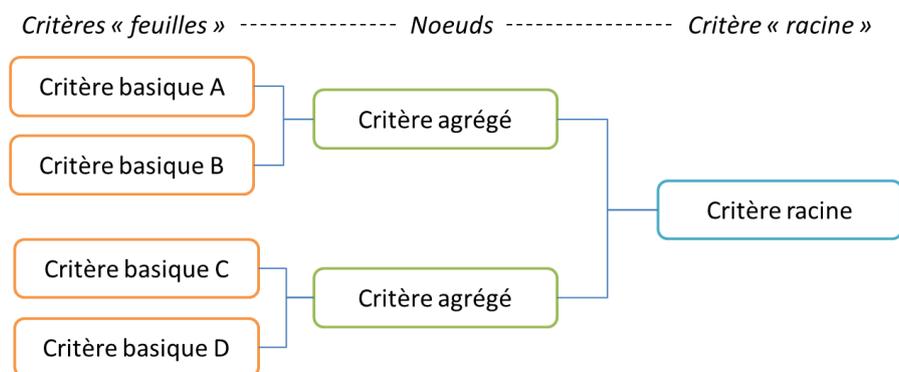


Figure 1: Arbre théorique d'agrégation multicritère

2. Définition des règles d'agrégation

Les règles d'agrégation sont définies grâce à des « fonctions d'utilité » se présentant sous forme d'un tableau complété grâce à un raisonnement du type « si-alors » (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Par exemple, si le critère A est « élevé » et si le critère B est « moyen à élevé » alors le critère agrégé prend la valeur « moyen à élevé ». Ces tables de contingence peuvent être renseignées de manière manuelle, c'est-à-dire en affectant une valeur au critère supérieur pour chaque combinaison de valeur prise par les critères inférieurs ou bien de manière semi-automatique en attribuant préalablement des pondérations (en %) à chacun des critères à agréger. Avec cette deuxième procédure, le logiciel attribue automatiquement des valeurs du critère agrégé en fonction des pondérations choisies. Ces pondérations doivent être déterminées en fonction du contexte et de la propre vision de la durabilité de l'utilisateur dans son milieu d'étude.

Tableau 1: Exemple de règle de décision pour l'agrégation de deux critères

Critère A	Critère B	Critère Agrégé
70%	30%	
faible	faible	faible
faible	moyen	faible
faible	élevé	faible à moyen
moyen	faible	faible à moyen
moyen	moyen	moyen à élevé
moyen	élevé	moyen à élevé
élevé	faible	moyen à élevé
élevé	moyen	élevé
élevé	élevé	élevé

3. Elaboration des indicateurs

DEXi est une méthode d'agrégation qualitative. Dans les modèles implémentés sur DEXi, chaque préoccupation est décrite par un critère d'évaluation renseigné par une valeur qualitative du type « élevé », « moyen », « faible ».

Les critères basiques peuvent être renseignés grâce à des indicateurs de plusieurs types :

- **Des indicateurs basés sur des valeurs calculées mathématiquement grâce à des références.** L'indicateur permet d'obtenir une valeur quantitative qu'il convient alors de discrétiser en valeur qualitative compatible avec le logiciel DEXi du type « élevé », « moyen », « faible ». La discrétisation est permise par le choix de valeur-seuils. Les valeurs-seuils peuvent aussi bien être choisies en prenant des valeurs bibliographiques de référence ou bien à dire d'expert ;
- **Des indicateurs renseignés à dire d'expert.** Lorsqu'aucune donnée quantitative n'est disponible, le point de vue de l'expert est considéré. Néanmoins, tous les experts ne vont pas avoir le même avis sur un indicateur alors des règles de décisions sont créées afin de diminuer la subjectivité de l'indicateur. Ainsi, une liste des paramètres à prendre en compte dans l'évaluation est établie puis les interactions entre ces éléments sont décrites par l'attribution d'une note du type -1 (défavorable), 0 (intermédiaire), +1 (favorable). Les règles de décision à dire d'experts peuvent également se présenter sous forme d'un arbre dit « satellite » où les paramètres à considérer sont agrégés à l'aide de pondérations selon le même modèle que pour l'arborescence principale.
- **Des indicateurs mesurés.** Il est possible dans certains cas d'utiliser des mesures de terrain pour renseigner certains indicateurs (ex : comptage d'adventices).

4. Performance des agrégations

Le logiciel DEXi permet d'agrégier progressivement l'information fournie pour différents critères d'évaluation vers un critère synthétique permettant de porter un jugement global sur les options évaluées. Néanmoins, comme beaucoup de modèles reposant sur des variables qualitatives, les

modèles développés avec DEXi peuvent se révéler *in fine* peu sensibles c'est à dire présenter des difficultés à discriminer les systèmes de culture en fonction de leur performances. De fait, une attention particulière doit être apportée lors de sa construction pour préserver la sensibilité du modèle. Quelques « règles » ont été appliquées lors de la première partie du stage qui permettent de veiller à une bonne sensibilité du modèle et donc une bonne évaluation des performances (Carpani *et al.*, 2012). Il s'agit de veiller à :

- ✓ limiter la profondeur de l'arbre (Plus un critère est « loin » dans l'agrégation plus son importance dans l'évaluation finale sera faible),
- ✓ répartir le plus équitablement possible le nombre de critère dans chaque branche de l'arbre, augmenter progressivement le nombre de classes des critères (des feuilles vers la racine),
- ✓ mieux représenter les classes extrêmes dans les fonctions d'utilité tout en respectant les pondérations choisies (éviter de moyenner tous les résultats)...

Ces techniques d'amélioration de la sensibilité ont été utilisées dans le cadre de ce travail afin d'augmenter la performance de l'outil MASC-Mada.

5. La première version de MASC-Mada

La première version de MASC-Mada (Figure 2) a été conçue sous cette forme : un arbre agrégeant des critères simples représentatifs des préoccupations malgaches. Dans MASC, la durabilité est décomposée selon les trois piliers classiques du développement durable: le pilier économique, le pilier environnemental et le pilier social. Au cours des discussions pour la conception de l'arbre pour Madagascar, les experts ont décidé d'ajouter un quatrième pilier : le pilier agronomique (Daudin, 2010). Ce pilier décrit dans MASC-Mada la capacité du système à maintenir un potentiel agronomique de production en considérant l'évolution des ressources au sein de la parcelle et la maîtrise des contraintes. On retrouve également ce quatrième aspect dans l'adaptation de MASC à l'agriculture biologique appelée MASC-OF (Colomb *et al.*, 2012). Les pondérations ont été choisies en fonction de l'importance relative de chaque critère dans le contexte du Vakinankaratra. Chaque pilier a reçu un poids équivalent de 25%.

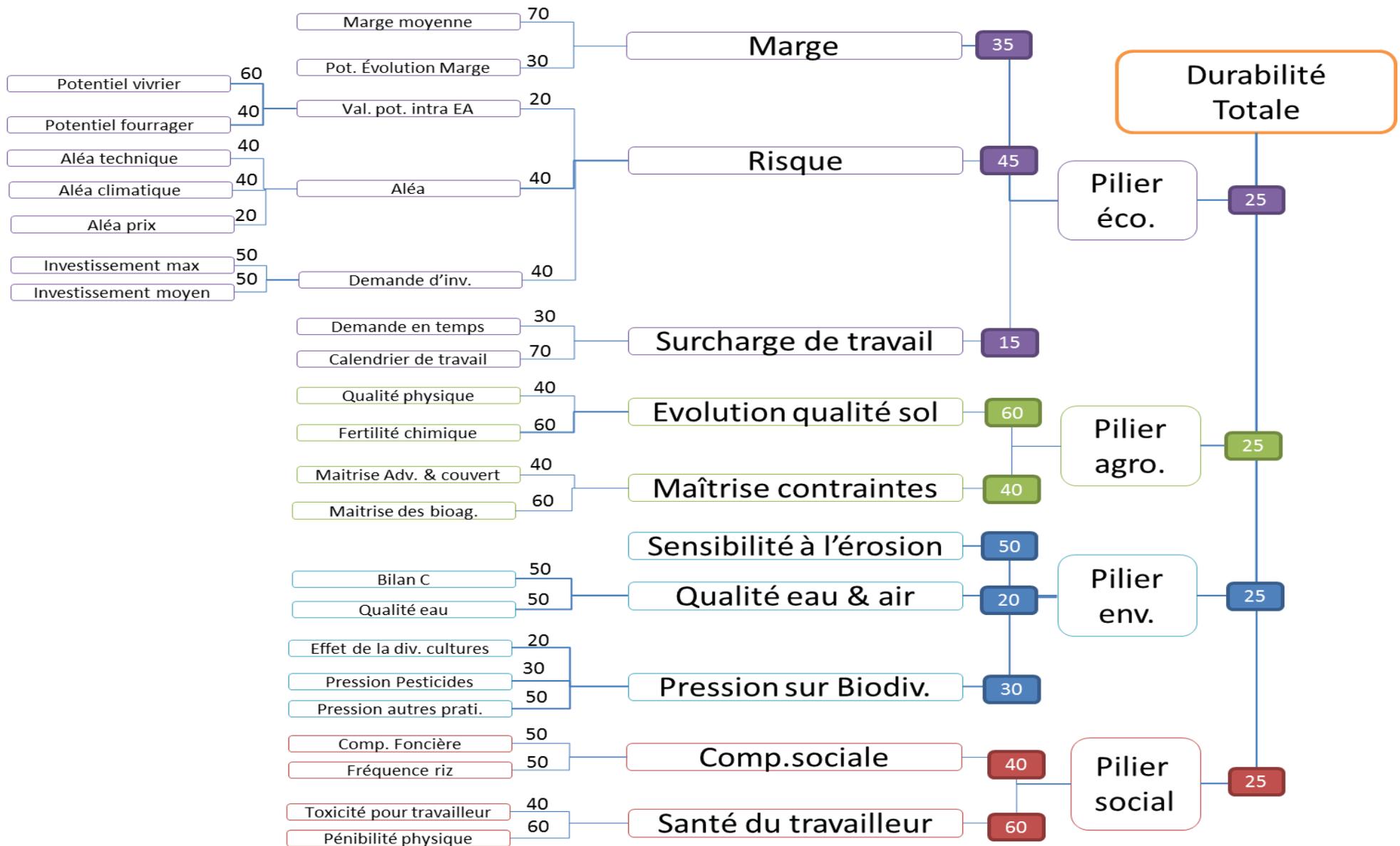


Figure 2: Arbre d'agrégation de la première version de MASC-Mada (Daudin, 2010)

Pot. : potentiel, Val : valorisation, EA : Exploitation agricole, Inv : investissement, Adv. Adventices, Bioag. Bioagresseurs, Div : diversité, Prati : pratiques, Comp : compatibilité.

III. Adaptation du modèle au contexte du lac Alaotra

1. Démarche

PHASE PREALABLE

La première phase s'est déroulée dans les villes d'Antananarivo et Antsirabe où plusieurs chercheurs de diverses institutions ont été sollicités. L'objectif de cette première vague d'entretiens individuels était de présenter de nouveau le modèle à certains experts qui avaient participé à sa conception en 2010 mais qui connaissent le contexte du Lac Alaotra et de réfléchir à l'évaluation des indicateurs. En effet, chaque critère basique est renseigné par un indicateur défini par un calcul ou une règle d'évaluation. Il était donc important de bien repréciser chaque indicateur avant l'utilisation du modèle de manière à pouvoir expliquer clairement chaque critère basique (Annexe 1).

Lors de ce premier travail, une réflexion sur la structuration du premier niveau d'agrégation autour du nombre de piliers de la durabilité a été entreprise. En effet, comme nous l'avons vu, la version MASC-Mada comporte quatre piliers et non trois. La question de passer à trois piliers s'est alors posée, en intégrant la dimension agronomique dans le pilier économique (MASC 2.0 (Craheix et al.,2012)) comme maintien de la capacité de production de la parcelle. Regrouper les piliers de manière à n'avoir que deux ou trois piliers présentait un avantage pratique car un arbre d'agrégation à quatre branches est moins sensible et nécessite plus de temps au moment du remplissage des tables d'agrégation (cf. II). Malgré tout, il a été décidé de maintenir les quatre piliers actuels car il répond mieux au contexte de Madagascar où la durabilité agronomique est encore une préoccupation très importante qui conditionne la sécurité alimentaire.

CONTEXTUALISATION DU MODELE

Cette étape revêt une grande importance dans le sens où elle conditionne l'acceptabilité de l'outil. Cette démarche permet que chaque expert sollicité soit confronté à l'ensemble des critères qui sont pris en compte lorsque l'on cherche à définir la durabilité. Il doit alors replacer sa discipline et sa perception au sein des autres dimensions. La contextualisation devait alors veiller à ne négliger aucune préoccupation élémentaire dans le contexte des exploitations autour du lac Alaotra. La démarche employée a consisté à réaliser des entretiens individuels avec des agents du développement basés dans la région. Ceux-ci individuels ont été préférés aux réunions collectives pour plusieurs raisons. La première était d'ordre pratique : ces experts sont tous très occupés par leurs différentes activités et trouver un moment commun à tous pour organiser une réunion collective paraissait compromis. La deuxième raison est plus d'ordre scientifique : l'avantage des entretiens individuels était de recueillir l'avis personnel de l'expert enquêté, ses propres perceptions de l'agriculture, de la durabilité et sa propre vision des préoccupations des agriculteurs. Un panel d'avis a été recensé et a pu alors être combiné pour déceler les points faisant consensus et ceux nécessitant un débat. La voix finale n'a alors pas été la plus forte, mais un compromis entre chacunes. Ainsi, dix opérateurs de la région du lac Alaotra et trois chercheurs CIRAD travaillant depuis de nombreuses années au lac ont été rencontrés.

Les entretiens individuels ont duré entre une heure trente et deux heures trente selon les personnes enquêtées et leur disponibilité. Après un rappel de l'objectif du stage, la conception du premier arbre de durabilité, son fonctionnement et son utilisation ont été expliqués à la personne enquêtée. Suite à cette présentation, la discussion commençait par la description en détail de la décomposition des critères dans l'arbre. L'expert était alors encouragé à émettre un avis sur chaque critère et à proposer d'autres préoccupations élémentaires qui semblaient manquer. Si un nouveau critère était proposé, un travail d'approfondissement était entamé de manière à veiller à ce qu'il ne soit pas déjà pris en compte ailleurs dans l'arbre. Si ce n'était pas le cas, l'expert a été amené à expliciter précisément ce qu'il souhaitait ajouter. Ce nouveau critère a ensuite été discuté dans les entretiens suivants afin de savoir s'il faisait consensus ou non.

Une fois chaque critère décrit, compris et approuvé par l'expert, les pondérations ont été abordées. Dans un but d'adaptation au contexte du lac Alaotra, le travail sur les pondérations entre critères était primordial. Il a permis de prioriser certaines préoccupations par rapport à d'autres qui pouvaient apparaître négligeables dans ce contexte. Cette réflexion est assez laborieuse car attribuer des poids relatifs à des critères qui restent parfois subjectifs ou peu visibles n'est pas une opération aisée. Pour chaque agrégation, il était demandé à l'expert d'établir un ordre d'importance entre les sous-critères, puis alors seulement de leur attribuer une pondération. Le classement des critères selon leur pertinence est en fait le plus important, car il sera plus facile de trouver un consensus sur l'ordre d'importance plutôt que sur les pondérations précises. Si un classement fait consensus, on assure une acceptabilité du modèle par les experts. Les pondérations précises peuvent alors apporter des nuances d'appréciation mais l'idée globale sera approuvée.

2. Résultats de l'adaptation

D'une manière globale, les opérateurs ont paru intéressés par cet exercice. Il a parfois été difficile d'expliquer l'intérêt de ce travail, les principes d'évaluation du modèle et son fonctionnement, mais une fois ces points explicités, le travail a été bien accueilli. La première discussion que nous avons eue régulièrement avec les experts concernait les pondérations attribuées à chaque pilier de la durabilité. Ils ont souligné le fait que l'importance relative de chaque dimension dépend de la perception de chacun, et notamment des objectifs de chacun. Un producteur attribuerait une pondération beaucoup plus importante à la dimension économique et négligerait voire supprimerait la dimension environnementale, car ses préoccupations sont plutôt à court terme. Le discours des experts rencontrés sur cette question était alors variable selon qu'ils répondent au nom des producteurs ou selon leurs propres perceptions. Il a été décidé concernant ces pondérations de maintenir des poids équitables pour chaque pilier. En effet, il est important de ne pas prioriser un aspect de la durabilité plutôt qu'un autre car chacun a son importance. Ils correspondent chacun à une échelle temporelle particulière. Les retombées économiques sont plutôt à court terme alors que les impacts agronomiques et environnementaux des pratiques sont plutôt respectivement à moyen et long terme. Ainsi, si l'on souhaite apprécier la durabilité du système de culture dans sa définition la plus stricte, il ne faut pas donner plus de poids à l'un qu'à l'autre. La durabilité est un concept où aucune dimension ne doit être négligée. Chaque pilier se voit donc attribuer une pondération de 25%. Ensuite, chaque pilier a été soumis à l'avis des experts. Les piliers agronomiques et environnementaux n'ont pas été remis en question. Néanmoins, des idées ont été suggérées pour les deux autres piliers. Nous allons voir pour quelles raisons certaines ont été retenues et d'autres non.

PILIER ECONOMIQUE

Rappelons que le pilier économique est décomposé en trois branches : la marge, le risque et l'impact sur le travail. D'abord, il a été décidé de supprimer le critère basique « potentiel d'évolution de la marge » (cf. Figure 2). Bien que la majorité des experts rencontrés trouvent ce point important, il est apparu très difficile de trouver un indicateur objectif et donc de renseigner ce critère. Nous avons donc préféré l'ôter plutôt que de lui attribuer une évaluation subjective.

Ensuite, un expert a proposé de rajouter un critère « aléa commercialisation » car les producteurs sont très préoccupés par les opportunités de vente. Certains produits récoltés sont difficiles à écouler (Exemple ?). Cependant, nous avons remarqué que cet aspect commercialisation était indirectement pris en compte dans d'autres critères basiques. En effet, les variations potentielles de prix qui conditionnent alors la commercialisation des produits sont prises en considération dans le critère « aléa prix » et l'absence complète de marché est prise en compte indirectement dans la marge, car si un produit n'a pas de valeur marchande nous le prenons tout simplement pas en compte dans ce calcul. Cette idée n'a alors pas été retenue dans l'adaptation.

Néanmoins, nous avons intégré dans le modèle deux autres critères proposés lors des différents entretiens pour préciser la gamme des aléas couverte par le modèle d'évaluation :

- Un **aléa d'approvisionnement** a été rajouté dans les considérations couvertes par le critère basique « aléa technique ». Dans la région du lac, les producteurs (souvent les plus isolés géographiquement) rencontrent effectivement des difficultés pour s'approvisionner en intrants ou semences. Outre les questions de prix, qui sont souvent le frein majeur à l'utilisation d'intrants ou la mise en place de cultures particulières, leur indisponibilité est aussi en cause.
- Un « **aléa divagation** » a été rajouté dans le critère agrégé Aléa. Il permet de prendre en compte les risques de dégradation des cultures suite à la divagation des animaux dans les parcelles. Ceci entraîne de fortes pertes en rendement et donc des pertes économiques.

En ce qui concerne les pondérations, plusieurs changements sont apparus au cours des entretiens. Dans la première version le risque avait reçu la pondération la plus importante en considérant que l'agriculture malgache familiale est orientée pour minimiser le risque. Ici, nous avons attribué dans la version finale un poids plus important au critère « Marge » (50%) qu'aux critères « Risque » (30%) et « Demande en travail » (20%). La répartition de ces pondérations se révèle être d'autant plus importante qu'elle conditionne le résultat général du pilier économique. En effet, les critères risque et marge sont antagonistes, lorsque la marge est conséquente, les risques (notamment économique et technique) le sont généralement aussi. Ce choix a été validé par plusieurs experts et s'est révélé en accord avec l'avis des agriculteurs. Par ailleurs, d'autres petits changements de pondérations ont été faits. Par exemple, la répartition des pondérations entre les potentiels fourrager et vivrier a été accentuée en faveur du potentiel vivrier. Alors que dans le cas de la région laitière du Vakinankaratra, 40% avait été attribuée au potentiel fourrager, il a été choisi de ne lui attribuer que 20% dans l'adaptation au lac Alaotra où l'élevage prend une place moins importante et où il s'agit principalement d'élevage de zébu de trait (et un peu viande). Les zébus de trait ont la capacité de résister à un manque d'alimentation contrairement aux vaches laitières qui, elles, ont besoin de se nourrir convenablement toute l'année pour continuer de produire du lait.

PILIER SOCIAL

Rappelons que le pilier social comporte des critères de deux ordres : humain et social. La partie « humaine » regroupe des critères centrés sur le bien-être du travailleur alors que la partie « sociale » témoigne quant à elle de contraintes liées aux relations entre le producteur et d'autres personnes de son environnement proche (communauté, famille, propriétaire...). Les experts ont

soumis deux idées pour l'adaptation de ce pilier au contexte de la région du lac Alaotra. La première était d'ajouter dans le critère « compatibilité sociale » un critère basique lié à la capacité du système à être mis en œuvre par un producteur d'un village sans entraîner des moqueries, un isolement, des conflits avec les voisins, la famille... Ce serait un critère d'acceptabilité sociale au sein d'une communauté. En effet, certains experts trouvent que les systèmes innovants comme les SCV sont mal acceptés dans un village. Un producteur en SCV serait plus sujet aux moqueries et pourrait être isolé parce qu'il s'éloigne des modes de culture traditionnels. Néanmoins, cette perception n'a pas fait consensus au sein des experts. D'autres pensent ainsi que ceci n'est pas un frein à la mise en place des SCV. Selon eux, l'important pour les agriculteurs est de parvenir à produire, peu importe comment, donc si l'un d'entre eux réussit à produire beaucoup il sera reconnu et respecté que ce soit en traditionnel ou en SCV. Nous avons alors décidé de ne pas ajouter ce critère à cause de cet avis divergent et de la difficulté d'être objectif dans l'évaluation de ce type de critère.

La seconde idée suggérée concerne le risque de conflits liés à la divagation des animaux dans les parcelles. Certains systèmes de culture sont plus sensibles à ces conflits que d'autres. Ce critère permet alors d'illustrer le frein constitué à la mise en place de certains systèmes

Dans le sous-critère compatibilité sociale constitué de « fréquence de riz », « compatibilité foncière » et « compatibilité avec les pratiques d'élevage », les poids ont été modifiés par rapport à la première version du modèle. Dans la région du Vakinankaratra, les producteurs ont souvent peu de terres dans les bas-fonds pour cultiver du riz irrigué, c'est pourquoi il est important pour eux, tant économiquement que socialement, de produire du riz sur les *tanety*. Un poids important (50%) avait ainsi été attribué au critère basique « fréquence de riz ». Au contraire, les agriculteurs de la région du lac ont souvent davantage de terres en riziculture irriguée.. La pression sociale sur cet aspect est significativement diminuée et le poids relatif a donc été ramené à 20%.

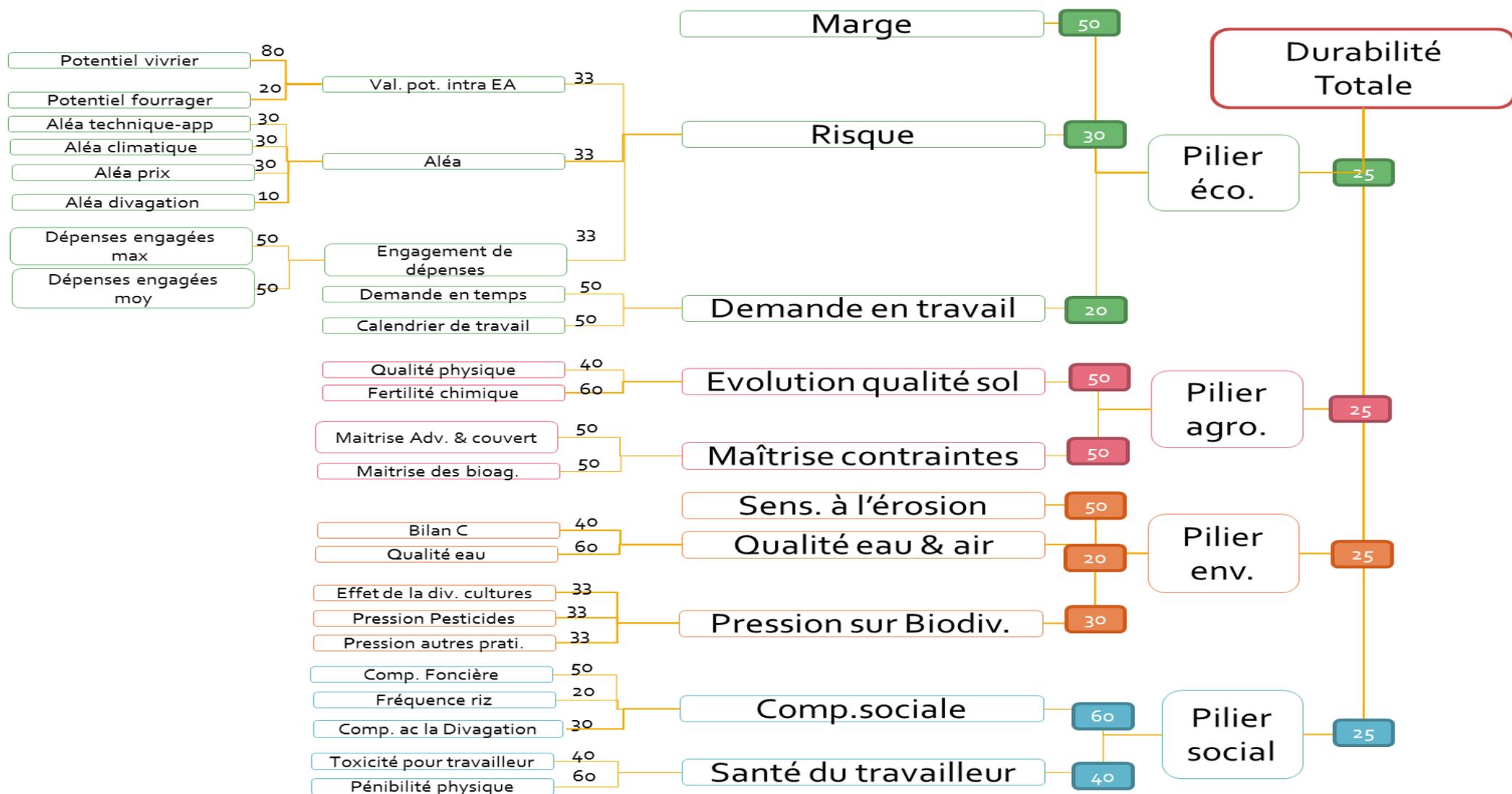


Figure 3: Arbre d'agrégation de MASC-Mada adapté à la région du lac Alaotra

Pot. : potentiel, Val : valorisation, EA : Exploitation agricole, Adv. Adventices, Bioag. Bioagresseurs, C : carbone Div : diversité, Prati : pratiques, Comp : compatibilité.

3. Discussion de l'adaptation

Pour mener à bien cette adaptation, il a été décidé de rencontrer en entretiens individuels les acteurs travaillant dans la région du lac Alaotra : les chercheurs, opérateurs du développement, et techniciens. Il aurait été intéressant de rencontrer également des agriculteurs. Néanmoins, bien que sollicités pour discuter des sorties du modèle, les producteurs de cette région n'ont pas pu être associés à la phase d'adaptation par manque de temps. Ils auraient pourtant apporté une expérience de terrain précieuse pour ce travail. De nombreux techniciens ont alors été interrogés pour rapporter l'avis des agriculteurs dont ils sont proches. Notons aussi que les techniciens sollicités sont intégrés à des projets de développement de l'agriculture de conservation et peuvent donc parfois manquer d'objectivité.

Il aurait été intéressant d'organiser une réunion de validation avec tous les experts du lac rencontrés en entretien individuel. Cela aurait été l'occasion de préciser les points faisant consensus et de lancer le débat sur les points divergents. Le facteur limitant ici a été le temps disponible. Les différents opérateurs étaient à cette période extrêmement occupés pour leurs différentes activités, il n'a alors pas été possible de les regrouper.

Ainsi, cette première phase d'adaptation a permis de construire un nouveau modèle ajusté au contexte du lac Alaotra. L'arbre a été conservé dans sa structure d'ensemble, seuls deux critères ont été ajoutés et un supprimé. Le peu de changements réalisés constitue en quelque sorte une validation du modèle. Les experts rencontrés ne connaissaient pas l'outil et ont approuvé la grande majorité des critères pris en compte et leurs pondérations. L'outil créé en 2010 était bien adapté au contexte malgache et est maintenant complété avec deux critères manquants pour la région du lac Alaotra. Ce premier travail d'adaptation a abouti à un modèle qui sera alors réutilisable par les chercheurs ou les opérateurs du développement pour des projets d'évaluation ou d'animation.

IV. Evaluations : systèmes traditionnels, SCV et systèmes innovants.

Pour tester la pertinence du modèle et son opérationnalité, le nouveau modèle a donc été testé *a posteriori* sur des systèmes de culture mis en œuvre dans la région du lac. Dans le cadre du premier travail effectué en 2010, seuls les systèmes en expérimentation ont pu être testés. Les parcelles d'essais sont suivies très minutieusement, les données relatives à la conduite du système ou des rendements ne correspondent alors souvent pas à la réalité paysanne, notamment au niveau des temps de travaux. L'intérêt des évaluations dans la région du lac Alaotra était donc de voir comment se comportait le modèle lorsque l'on évaluait des systèmes réels et quelle pouvait être son utilisation en termes d'animation auprès des producteurs.

1. La démarche

DEFINITION DES OBJECTIFS DU PROJET D'EVALUATION

L'objectif de cette évaluation était double. D'abord, c'était le premier travail d'évaluation à l'aide du modèle MASC-Mada. Il s'agissait donc d'effectuer un test avec des systèmes réels dans le but de contribuer à sa validation. Le second objectif était de comparer des systèmes traditionnels paysans aux systèmes SCV proposés aux agriculteurs dans le cadre des nombreux projets de développement présents dans cette région depuis plus de dix ans. Des systèmes innovants conçus et mis en œuvre par les agriculteurs ont aussi été ajoutés au projet d'évaluation.

CHOIX ET DESCRIPTION DES SYSTEMES DE CULTURE A EVALUER

Dans cette étude, les évaluations ont été effectuées à partir des itinéraires techniques mis en œuvre par les agriculteurs et à partir des rendements observés sur le terrain. Plusieurs sources d'informations ont mené au choix des systèmes à évaluer. Nous avons utilisé les documents de travail du projet BV-Lac pour répertorier les rotations les plus représentatives des pratiques paysannes. Ensuite, les données d'itinéraires techniques standards regroupées par BRL ont été utilisées pour chaque culture. Ces systèmes recensés ont également été complétés par des informations recueillies auprès des opérateurs du lac lors des entretiens. Il a été choisi de comparer des systèmes traditionnels paysans, des systèmes SCV préconisés dans le cadre des projets de développement en place au lac et des systèmes innovants dits mixtes inspirés des systèmes adaptés des principes de SCV par les paysans d'une autre région de Madagascar (Moyen-Ouest des Hautes Terres de Madagascar). Ces derniers, bien qu'ils n'apparaissent pas encore dans la région, pourraient correspondre aux attentes de certains agriculteurs du lac et donc être mis en place.

Les systèmes étudiés se différencient selon trois aspects : la modalité de travail du sol (labour, non labour), la rotation et le niveau d'intensification (fertilisation organique, fertilisation chimique). Dix systèmes de culture ont été évalués.

Le système de référence choisi est un système labouré de trois ans : RIZ//MAIS//ARACHIDE.

Tableau 2: Descriptifs des systèmes traditionnels et innovants évalués à l'aide de MASC-Mada

Mode de conduite	Rotation	Fertilisation		Rendements (Kg/ha)							
		Organique *	Chimique (NPK et urée)**	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	Année 6	Année 7	
Labour + Hersage (1 sarclage/an) → Exportation 100% graines et pailles	Référence : RIZ // MAIS // ARACHIDE	Sur riz et maïs	/	1700	2400	900					
	RIZ // RIZ	Tous les ans	/	1800	1800						
	RIZ // RIZ	Tous les ans	Tous les ans	2800	2800						
	JACHERE // JACHERE // RIZ // MAIS // ARACHIDE // MANIOC	Sur riz et maïs	/	-	-	1800	2400	900	8000		
SCV (1 sarclage/an) → Exportation 100% graines, 0% pailles	MAIS+DOLIQUE // RIZ	Tous les ans	/	2500 (+350 dolique)	2000						
	MAIS+NIEBE // RIZ	Tous les ans	Tous les ans	2500 (+330 niebe)	2700						
	ARACHIDE+STYLO // STYLO // STYLO // RIZ	Sur riz	/	900	-	-	2600				
Mixte (1 sarclage par an) → Exportation 100% graines tous les ans, 100% pailles après l'année avec labour	(labour) MANIOC+STYLO // STYLO // STYLO // (SCV) RIZ // (SCV) MAIS // (labour) RIZ // (labour) ARACHIDE	Sur riz et maïs	/	8000	-	-	2700	2500	1800	900	

// :cultures en rotation + : cultures en association, *La fertilisation organique est faible, elle est comprise selon les cas entre 2 et 4 T. ** La fertilisation chimique est faible, elle est comprise selon les cas entre 40 et 70 Kg pour l'urée et entre 30 et 130 Kg pour le NPK.

Hypothèses de travail préalables à l'évaluation

Nous n'avons pas considéré la vente des semences de *stylosanthes* dans l'étude économique. En revanche, la vente des semences de légumineuses volubiles est quant à elles prises en compte. Les résultats économiques des systèmes intégrant du *stylosanthes* sont donc sous-estimés si l'on considère qu'il est possible de vendre les semences. Par ailleurs, les résultats économiques des systèmes intégrant du manioc sont surestimés. Le prix de vente utilisé est en effet le prix pratiqué actuellement, mais le marché du manioc est résiduel dans la région du lac ce qui rend le prix de vente artificiellement élevé. Il ne serait pas possible que chaque agriculteur vende la totalité de sa production à ce prix.

CALCUL DES INDICATEURS

Le renseignement des indicateurs a été effectué de deux manières en fonction de leur nature. Les indicateurs quantitatifs ont été calculés grâce à des formules sur Excel en suivant les définitions et méthodes de calcul précisées lors de la conception de l'outil. Le modèle DEXi ne traitant que des valeurs qualitatives, il a donc fallu discrétiser les valeurs calculées en valeurs qualitatives grâce à des valeurs-seuils. Le choix de seuils est important et oriente le jugement qui sera fait des résultats. En effet, décaler les valeurs seuils revient à mettre en évidence ou au contraire à masquer une différence. Dans ce projet d'évaluation, certains seuils (notamment les seuils des critères économiques) ont été fixés par rapport à la valeur prise par le système de référence choisi. Pour ces critères, le système de référence se verra toujours attribuer la classe « moyen » et les autres systèmes ont donc été évalués par comparaison avec ce système de référence. D'autres critères calculés ont été discrétisés à l'aide de valeurs seuils déterminées à partir de la gamme de valeurs explorées par le critère. Nous avons alors pu déterminer les bornes définissant trois classes : faible/moyen/élevé. Enfin, d'autres critères basiques sont directement renseignés par une valeur qualitative affectée soit directement par expertise ou grâce à un raisonnement basé sur des règles de décision simples (maîtrise des adventices, Annexe 2).

EVALUATION GRACE AU LOGICIEL DEXI

Une fois chaque indicateur évalué, l'étape suivante consiste à entrer dans le logiciel DEXi les valeurs qualitatives de chaque critère basique. Le logiciel agrège les valeurs entrées au niveau des critères basiques jusqu'au critère racine. Chaque critère agrégé reçoit alors une valeur qualitative qui constitue le résultat de l'évaluation. Elle est exprimée sous la forme d'une note entre 1 et 5 pour les piliers et entre 1 et 7 pour la durabilité totale.

INTERPRETATION DES RESULTATS OBTENUS

Nous avons ensuite analysé les résultats ainsi obtenus et les avons interprétés. Il s'agit de réfléchir aux raisons pour lesquelles un critère agrégé reçoit telle ou telle note. On peut alors trouver quel critère basique influence la note de manière à déceler les forces et les faiblesses de chaque système et imaginer des leviers d'action pour améliorer le système. Rappelons que nous avons dû être prudents dans l'interprétation des résultats. Comme nous l'avons vu, l'objectif de conception d'un modèle adapté au contexte malgache a été d'amorcer les discussions autour du concept de la durabilité avec les experts et de construire un outil qui donne une vision globale de la durabilité d'un système de culture. L'objectif n'était pas de produire des notes utilisables seules, mais de pouvoir analyser les différences entre les systèmes à partir de ces résultats.

2. Résultats

L'évaluation globale permet de discriminer les systèmes entre eux en considérant ensemble les quatre dimensions de la durabilité. Ces quatre piliers ont reçus une pondération égale de 25% chacun afin de ne pas privilégier un aspect plutôt qu'un autre dans l'évaluation. Bien que l'intérêt de l'outil ne soit pas uniquement de juger un système par sa note de durabilité finale, il est intéressant, dans un première approche de pouvoir comparer les systèmes étudiés de manière globale avant de rechercher dans les piliers puis dans les sous critères les facteurs explicatifs ayant conduit à la note finale.

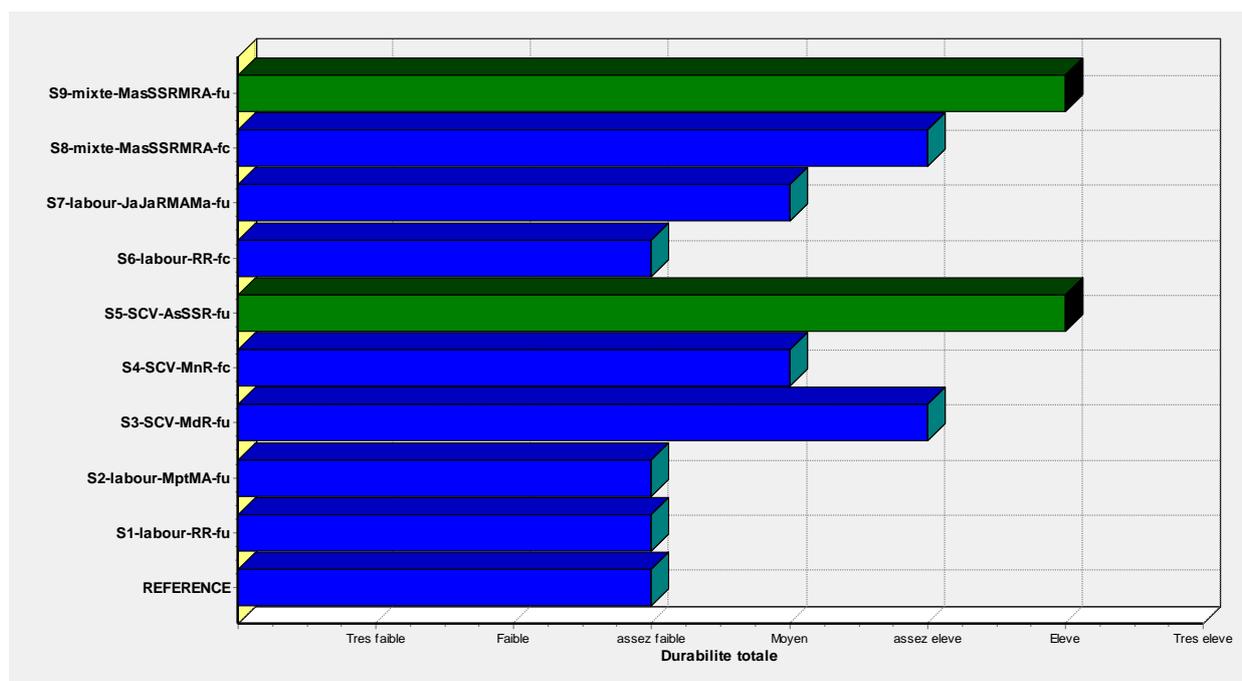


Figure 4: Note finale de durabilité totale

La première information apportée par la comparaison des notes globales de durabilité (Figure 4) concerne la sensibilité de l'arbre. On remarque que le modèle permet de discriminer les systèmes selon quatre classes comprises entre « assez faible » dont fait partie le système de référence et « élevé ». Nous pouvons noter aussi que la totalité des systèmes innovants évalués reçoivent une meilleure note globale que les systèmes traditionnels.

Malgré tout, parmi les systèmes labourés, seule la rotation intégrant une jachère de deux ans se voit attribuer une note correcte (moyen), tous les autres ont quant à eux reçu la note « assez faible ». L'évaluation globale ne permet donc pas de discriminer les différents systèmes traditionnels entre eux. Quelles que soient les cultures choisies ou le niveau d'intensification, chaque système labouré se voit attribuer une note équivalente. Cela nous montre que la note finale de durabilité est peu sensible pour les systèmes proches. Il est donc nécessaire d'évaluer des systèmes en rupture pour pouvoir déceler leurs différences et ainsi les comparer. Il pourrait aussi être nécessaire de revoir certains indicateurs pour mieux prendre en considération les facteurs qui auraient été sous-représentés. Ici, le système de référence paysan ne se distingue du système en monoculture que l'on aurait pu croire moins durable (car n'intègre pas de rotation, ni de légumineuse). L'analyse des piliers et des critères basiques permettra alors de comprendre ce résultat. Et d'autre part, on observe que pour des pratiques culturelles identiques, l'intégration de deux années de jachère dans une rotation permet à elle seule d'augmenter la durabilité globale du

système mis en place. Il sera alors intéressant de voir quels piliers/critères ont été améliorés grâce à cette rotation.

Les systèmes SCV quant à eux obtiennent des notes supérieures variant entre « moyen » et « élevé » selon leur rotation ou leur niveau d'intensification. On remarque aussi que l'intensification ne permet pas d'augmenter la durabilité totale du système. Au contraire, c'est le système intégrant une jachère de stylo qui obtient la meilleure appréciation.

Enfin, on observe de bons résultats pour les systèmes mixtes. Ces systèmes intermédiaires bénéficient des évaluations positives de chacune des deux pratiques labour et SCV. Une fois de plus la note du système à seule fertilisation organique est meilleure que celle du système plus intensif.

COMPARAISONS DES SYSTEMES SELON LES PILIERS DE LA DURABILITE

Pilier économique :

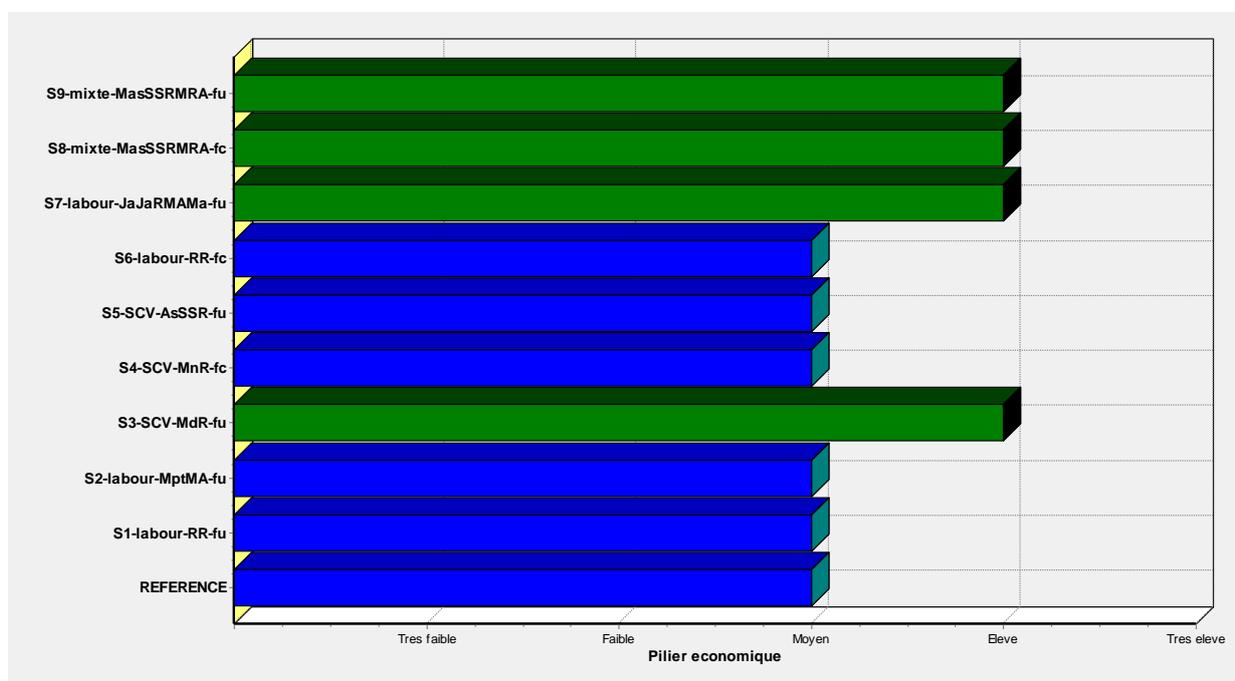


Figure 5: Résultats du pilier économique

Pour le pilier économique, tous les systèmes obtiennent la note « moyen » ou « élevé » (Figure 5). Les résultats de ce pilier ne permettent donc pas d'isoler un système par rapport à un autre. Ce pilier est composé de critères antagonistes, les résultats sont donc tamponnés. Un système très rentable sera souvent un système nécessitant un fort engagement de dépenses et une bonne maîtrise technique ce qui constituera alors un risque important. C'est cet antagonisme qui conduit à l'évaluation économique lissée que nous observons. La figure 6 montre ce phénomène avec l'exemple des systèmes S1 (labour tous les ans et monoculture de riz à faible niveau d'intensification) et S4 (système SCV de maïs associé//riz à fort niveau d'intensification).

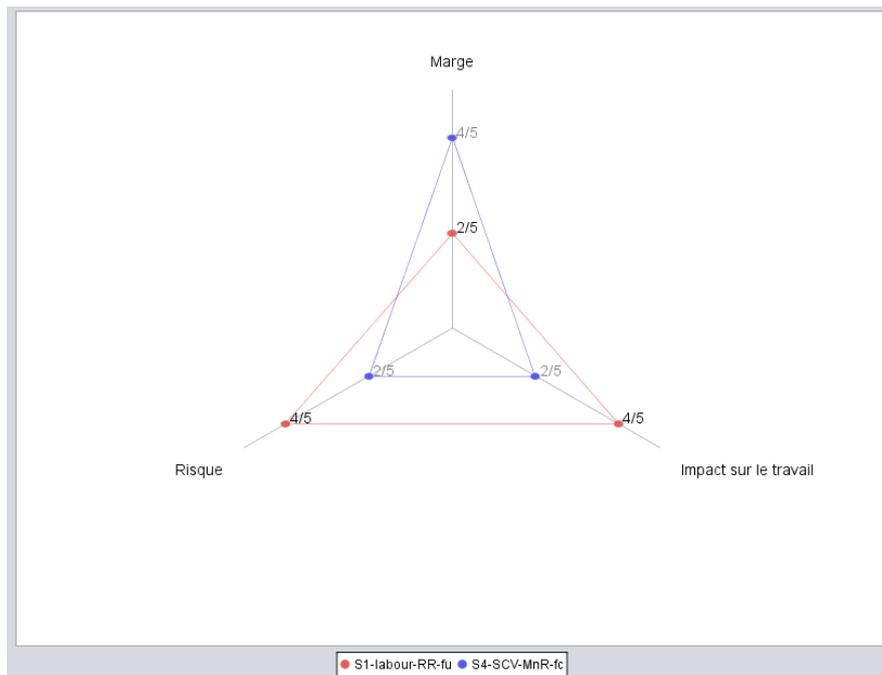


Figure 6: Mise en évidence de l'antagonisme des critères basiques "Risque" et "Marge" pour deux systèmes contrastés.

L'interprétation des aspects économiques doit alors s'opérer à partir des sous critères du pilier : la marge, le risque et la demande en travail.

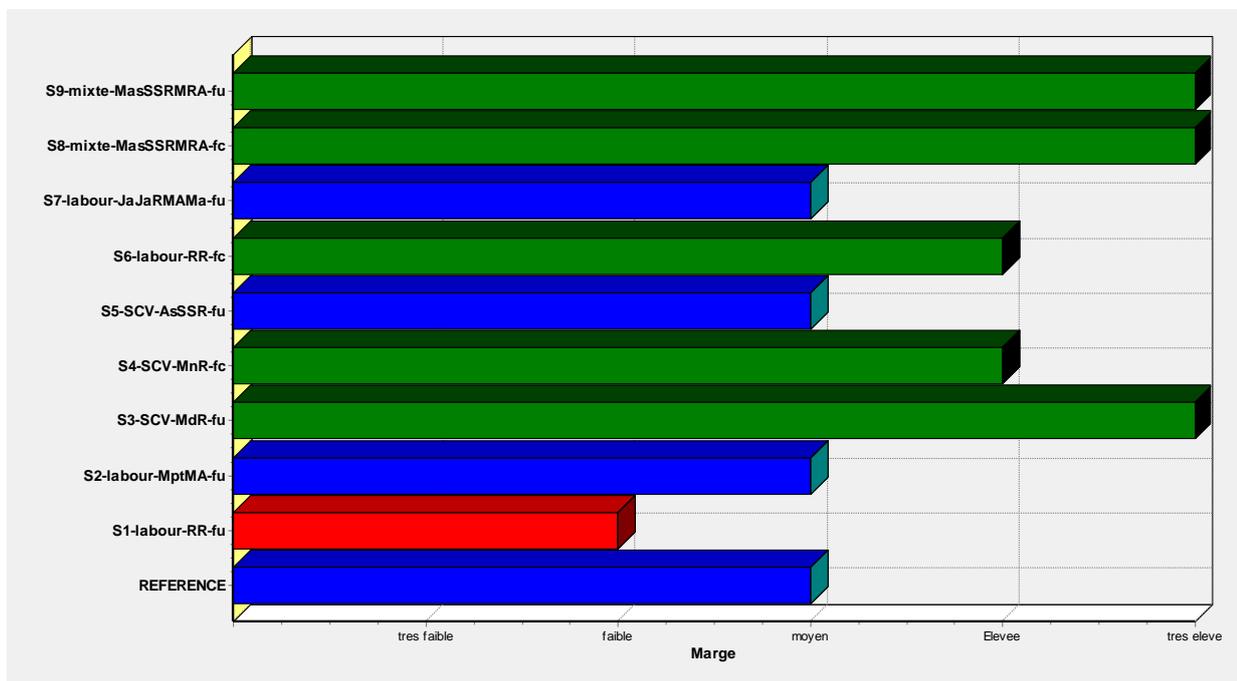


Figure 7: Résultats du critère basique « Marge »

L'évaluation de la marge (figure 7) permet d'appréhender la rentabilité des différents systèmes de culture selon 5 classes définies à partir de la marge du système de référence. On remarque que les systèmes se différencient bien les uns des autres grâce à cette évaluation. La corrélation entre la marge et le type de pratique culturale, labour ou SCV, n'est pas évidente. Logiquement, le système de référence obtient une note « moyenne », de même que les deux autres systèmes à rotation et

labour S2 et S7. Les systèmes en monocultures de riz avec et sans fertilisation sont, quant à eux, distribués de part et d'autre de la « moyenne », le système à fertilisation chimique est plus rentable que le système à fertilisation organique seule. Au contraire, les deux systèmes à base de maïs associé//riz en SCV réagissent inversement à l'intensification. En effet, le système à faible niveau d'intrants serait plus rentable que le système à fort niveau d'intrants. Le système SCV à base de *stylosanthes* se situe dans la classe « moyenne ». Rappelons que la vente des semences de *stylosanthes* n'a pas été prise en compte dans l'évaluation, ce qui augmenterait significativement la marge. Enfin, les deux systèmes mixtes semblent très rentables. Il faut cependant noter que la marge de des systèmes intégrant du manioc est alors surestimée car il s'agit d'un marché de niche.

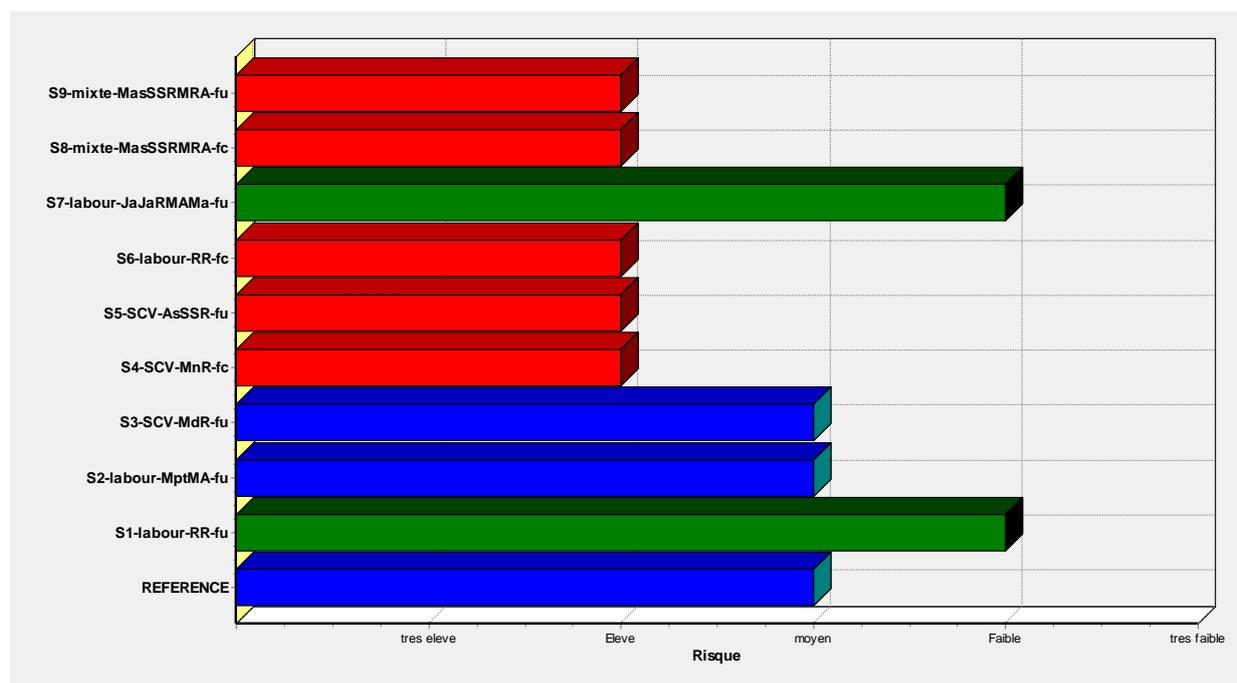


Figure 8: Résultats du le critère agrégé « risque »

Le critère « Risque » (figure 8) représente le risque économique pris par l'exploitant en mettant en place son système. Il englobe les dépenses, le potentiel d'autoconsommation offert par le système de culture et la gestion des aléas. D'une manière globale, les systèmes traditionnels présentent un risque moins important que les systèmes innovants. Seul le système en monoculture de riz à fort niveau d'intrants présente un risque important comparable à celui pris par les systèmes SCV ou mixtes suite à l'engagement de dépenses qui est important. On remarque à l'inverse que le système SCV mais associé à faible niveau d'intrants présente un risque modéré comparable à celui engendré pour la mise en place d'un système traditionnel. Les deux autres systèmes SCV S4 et S5 présentent plus de risque à cause de l'engagement de dépenses trop important pour S4 et du trop faible potentiel vivrier pour S5.

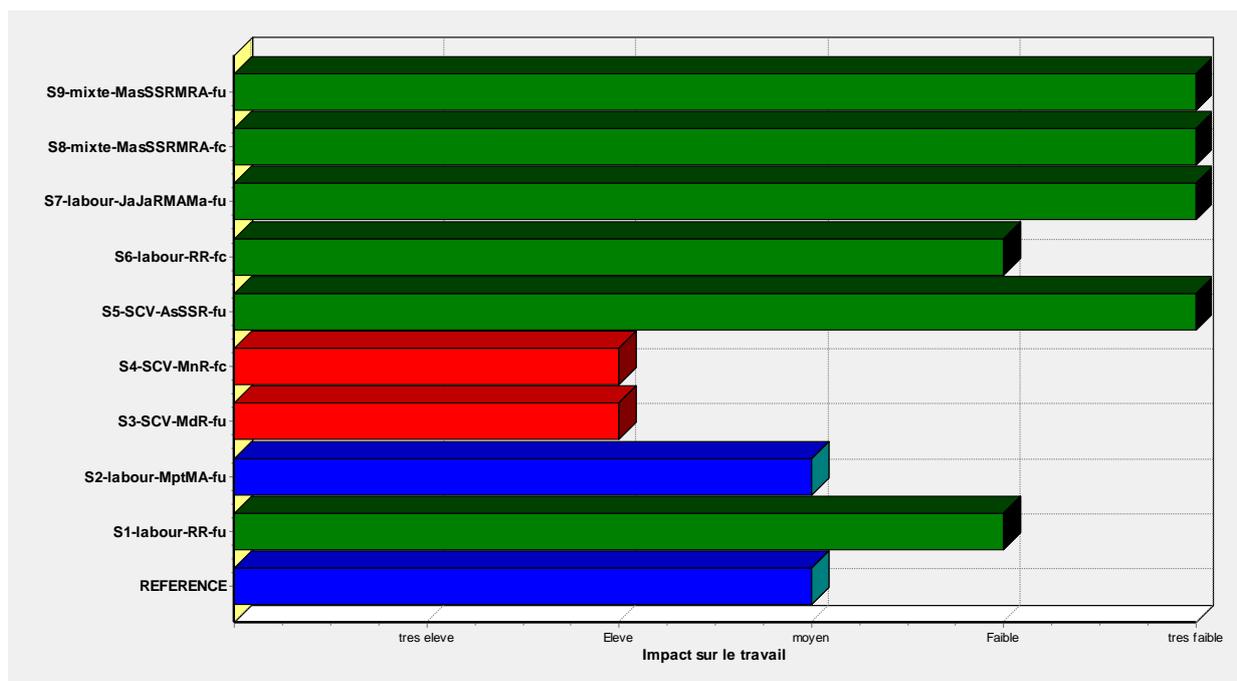


Figure 9: Résultats du critère agrégé « impact sur le travail ».

Le critère « impact sur le travail » (figure 9) caractérise le travail nécessaire pour mener la culture. L'itinéraire technique choisi conditionne les temps de travaux et les pics de travail. Il y a donc une subjectivité partielle dans cette évaluation. D'une manière générale, les systèmes à longue rotation intégrant une jachère quel que soit la pratique employée (SCV, traditionnel, ou mixte) demandent moins de travail. Les deux années sans travail abaissent le temps de travail moyen sur la rotation. Ce critère est à analyser avec précaution pour plusieurs raisons. D'une part, les témoignages des producteurs ne convergent pas toujours avec ces résultats. Par exemple, la meilleure organisation du travail sur les *tanety* grâce au SCV est souvent mentionnée et n'apparaît pas ici. D'autre part, il existe une subjectivité liée au choix des itinéraires techniques et au choix du calendrier des rizières irriguées.

Pilier agronomique :

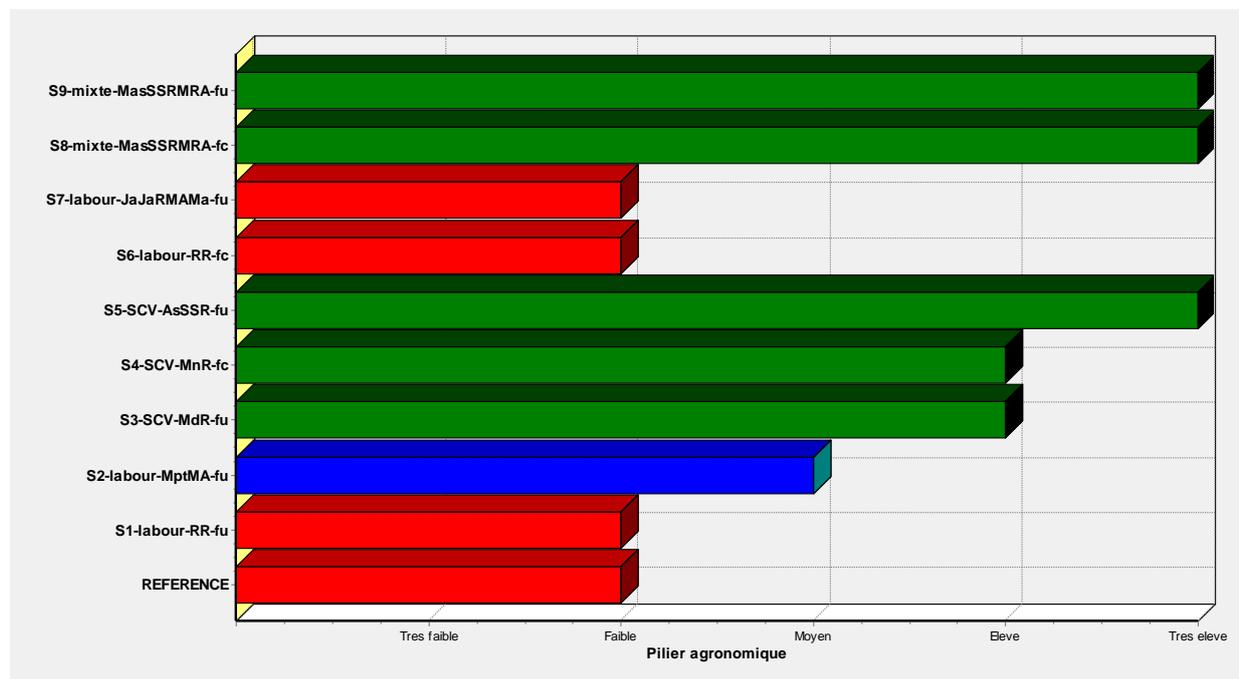


Figure 10: Résultats du pilier agronomique

Les résultats du pilier agronomique sont présentés sur la figure 10. Contrairement au pilier économique, les résultats agronomiques sont bien distincts d'un système à un autre. Les systèmes SCV et mixtes se distinguent des autres en obtenant une note élevée. Notons que ce sont les systèmes à base de *stylosanthes* qui se dégagent parmi ces systèmes avec la notation maximale, grâce à leur capacité de maintien de la fertilité et d'une bonne structure physique. Au contraire, les systèmes traditionnels sont quant à eux moins bien notés à cause d'une dégradation de la fertilité et une maîtrise moyenne des contraintes. L'appréciation des systèmes obtenue parait ici en accord avec ce que nous aurions pu attendre *a priori*.

Pilier environnemental :

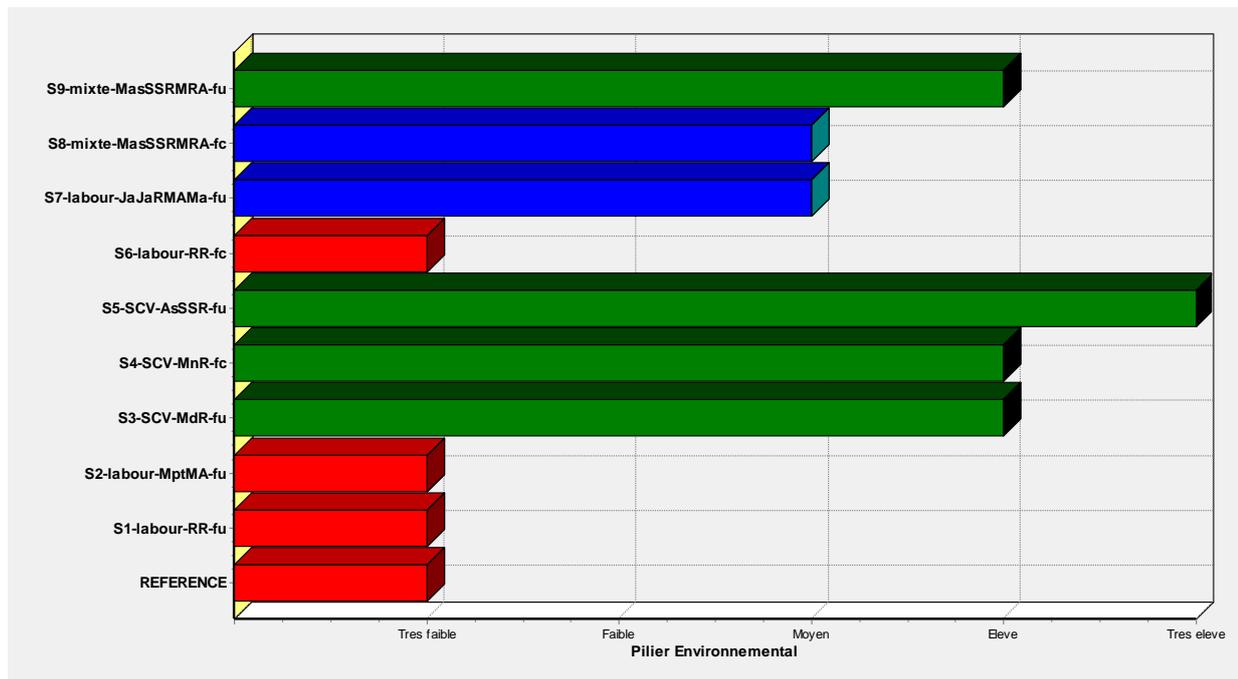


Figure 11: Résultats du pilier environnement

Les résultats du pilier environnemental sont présentés sur la figure 11. Ici, on remarque que les SCV reçoivent les meilleures évaluations grâce à une faible sensibilité à l'érosion. Au contraire les systèmes traditionnels sont très sensibles à l'érosion ce qui les classe directement dans la moins bonne classe. Les mixtes ou ceux intégrant une jachère bénéficient d'un labour non systématique et se voient alors attribuer une note intermédiaire. On remarque que les résultats de ce critère se résument presque à la seule évaluation de la sensibilité à l'érosion car ce critère basique a un poids de 50% dans l'agrégation. L'érosion est en effet un défi environnemental majeur à Madagascar.

Pilier social :

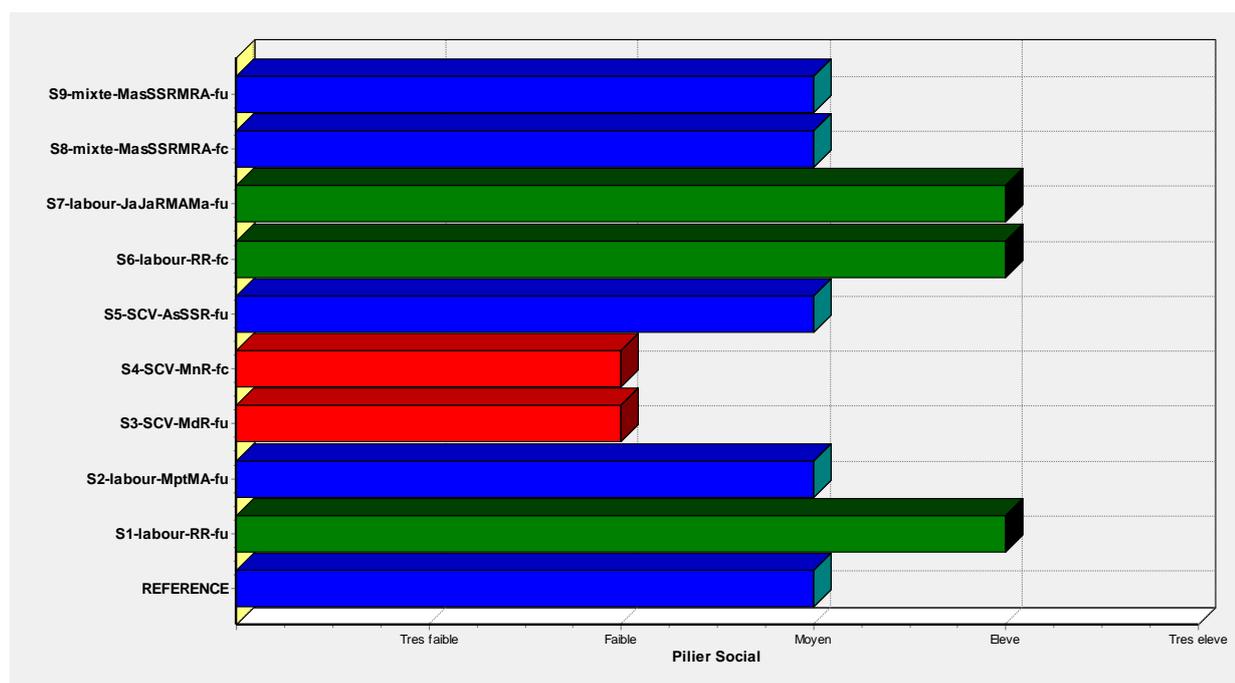


Figure 12: Résultats du pilier social

De façon naturelle, ce sont les systèmes traditionnels qui obtiennent les meilleures notes pour la dimension sociale (figure 12). En effet, ils sont acceptés et mis en place majoritairement à l'heure actuelle par les producteurs, il paraît alors cohérent qu'ils soient mieux notés que les systèmes SCV. Le système SCV à base de *stylosanthes* reçoit néanmoins une note intermédiaire grâce à un faible impact sur la santé du travailleur.

Synthèse des résultats :

L'analyse des résultats fournis par le modèle permet d'avancer quelques grandes idées :

- Tous les systèmes de culture innovants reçoivent une meilleure note de durabilité totale que les systèmes où un labour est pratiqué, l'agriculture de conservation serait alors d'une manière générale plus durable que les systèmes labourés traditionnels dans le contexte malgache avec risque érosif.
- L'intensification ne permettrait pas d'améliorer la durabilité globale dans le cas des systèmes SCV avec en maïs en association, bien au contraire.
- L'intégration de deux années de jachère et d'une année de manioc au système de référence paysanne permettrait d'améliorer les évaluations des piliers environnemental, économique et social tout en conservant les résultats agronomiques au même niveau.
- Le risque associé à la mise en place d'un système en SCV est plus élevé que celui pour tout autre système traditionnel labouré.
- L'intégration d'une culture de *stylosanthes* paraît être la meilleure méthode pour améliorer significativement la gestion de la fertilité du sol.
- La pression sur la biodiversité est moindre lors de la mise en place de systèmes SCV ou mixtes par rapport à celle dans les systèmes traditionnels.

ET UN SCV RATE ?

Toutes les comparaisons qui ont pu être faites dans le cadre de cette évaluation s'appuient sur l'hypothèse que les itinéraires techniques des systèmes mis en place ou envisagés sont, maîtrisés. Il nous a paru alors intéressant d'évaluer *a priori* un système SCV que le producteur n'a pas su gérer. On utilise alors pour l'évaluation exactement les mêmes données que le système S3-SCV-MdR-fu et on considère dans ce nouveau système que la couverture n'est pas suffisante :

- Pour garantir une bonne maîtrise de l'aléa climatique s'il survient ;
- Pour permettre la maîtrise des adventices ;
- Pour réduire totalement la sensibilité à l'érosion

Par ailleurs, l'hypothèse est faite que les rendements et le bilan C sont réduits de moitié à cause d'une plus faible biomasse produite. On considère ici que le producteur n'a plus la trésorerie nécessaire pour ressemer la plante de couverture.

A partir de ces postulats, trois systèmes ont été comparés : le système de référence, le système S3-SCV-MdR-fu et le système SCV « défaillant ».

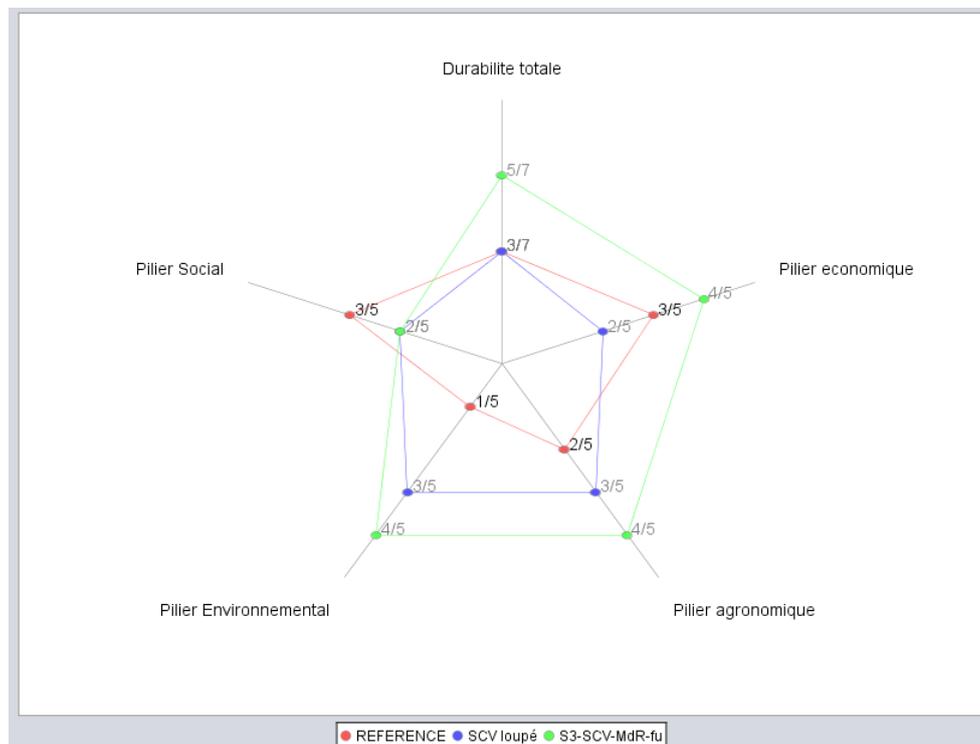


Figure 13: Radar représentant l'évaluation des 4 piliers et la durabilité totale de 3 systèmes: Référence-SCV raté-S3-SCV-MdR-fu

On remarque ainsi que si l'on ne parvient pas à réussir un système SCV, on perd immédiatement un point dans l'évaluation agronomique et environnementale et deux points dans l'évaluation économique et dans la note globale de durabilité. Seule la durabilité sociale est maintenue. Néanmoins, les dimensions agronomiques et environnementales restent meilleures que dans le cas du système de référence paysan et la durabilité totale quant à elle est similaire. Ce test permet d'émettre l'idée que quel que soit le niveau de maîtrise du système SCV mais associé, il sera toujours au moins autant durable que le système de référence paysan.

3. Discussion

Le modèle permet de discriminer convenablement les systèmes entre eux. Le travail sur la sensibilité de l'arbre effectué pendant la phase de conception-adaptation a donc été efficace. Par ailleurs, malgré la simplicité des modes d'évaluation, les résultats sont valables et ont paru cohérents aux experts et aux agriculteurs sollicités dans le cadre de ce travail. Cette observation contribue à la validation du modèle.

De plus, le principe de renseignement des critères basiques par des valeurs qualitatives est un atout indéniable de cet outil. Compte tenu de la faible disponibilité en données chiffrées à Madagascar, il était important de pouvoir évaluer qualitativement les différents critères. Si un projet d'évaluation devait être fait avec des agriculteurs, cette possibilité faciliterait la compréhension et les discussions.

Néanmoins, l'interprétation des résultats obtenus grâce à MASC-Mada demande quelques précautions car :

- Les indicateurs sont parfois peu précis.

A titre d'exemples, on peut citer les pertes en fertilisants par lessivage qui ne sont pas prises en compte pour le calcul du bilan azoté (critère basique : fertilité chimique). Le bilan Carbone qui est évalué par une note entre 0 et 2 correspond à la capacité de production de biomasse de la plante et non à la biomasse réellement produite ; ou encore le potentiel fourrager considéré équivalent tout type de production mangée par les zébus (pailles de riz/*stylosanthes*). En revanche, cette simplicité dans les indicateurs rend le modèle aisément utilisable compte tenu de la disponibilité limitée en données.

- Certains indicateurs sont 'à dire d'expert' et comportent donc une part de subjectivité

Il existe deux types de subjectivités dans les indicateurs définis à dire d'experts. Certains doivent être estimés par un expert par manque de connaissances, de données. La précision de l'estimation dépendra des connaissances de l'expert et des difficultés à renseigner certains facteurs. Par exemple, l'évaluation du critère « maîtrise des bioagresseurs » est effectuée par une règle d'évaluation déterminée à dire d'expert par manque de connaissances expertes. L'évaluation de ce critère est d'autant plus complexe qu'il dépend non seulement de critères agronomiques mais aussi d'autres critères qui ne sont pas liés au système, comme l'environnement de la parcelle ou son histoire. La limite entre un contrôle ou non des bioagresseurs dépend donc du degré de tolérance de l'expert et de ses connaissances. Par ailleurs, d'autres indicateurs peuvent être subjectifs et correspondent à une préférence dépendant ainsi de l'acteur sollicité pour l'expertise, comme l'évaluation de l'aléa technique qui est réalisée à dire d'expert. Il doit estimer la résilience et la flexibilité du système de culture. Cette évaluation est alors soumise à l'appréciation de l'expert.

Le modèle a été conçu dans le cadre d'un programme en faveur de l'agriculture de conservation. Alors que les concepteurs avaient la volonté d'être objectifs, certains indicateurs peuvent cependant être formulés de manière à favoriser les systèmes en SCV. Le travail préalable d'amélioration des indicateurs a permis de réduire un peu cette subjectivité, mais c'est un point important qui reste à prendre en compte dans l'analyse des résultats.

- Les descriptions du système ne sont pas toujours très précises : A Madagascar, les producteurs ne tiennent pas à jour précisément leurs activités sur les parcelles. Cela a conduit à faire des choix parmi plusieurs itinéraires techniques. Nous avons à disposition

de nombreux itinéraires techniques dits « standards » dont nous ne connaissions ni le précédent, ni l'histoire de la parcelle, ni le type de sol. Ils ont néanmoins permis d'évaluer des itinéraires techniques classiquement suivis en milieu paysan.

Enfin, les critères basiques pris en compte dans l'évaluation ont été choisis pour leur pertinence et pour leur capacité à être renseignés facilement. En effet, il aurait été important d'intégrer d'autres aspects de la durabilité à l'arbre d'agrégation mais leur évaluation n'était pas possible dans ce contexte. Par exemple, il est intéressant de remarquer les bonnes notes affectées au système SCV avec une jachère de *stylosanthes*, mais ces résultats restent des résultats de recherche théorique sur la durabilité. Ce sont des systèmes qui peinent à être diffusés à cause d'un manque d'acceptabilité sociale. Cette dimension d'acceptabilité n'a pas été intégrée dans le modèle pour deux raisons. La première est qu'il est très difficile d'appréhender cet aspect et de l'intégrer dans ce genre de travaux. La seconde suit notre volonté de ne pas confondre les concepts de durabilité et d'acceptabilité. L'objectif de cet outil est d'évaluer la durabilité d'un système. Si un système est durable mais pas encore accepté dans le milieu paysan, il conviendra alors par la suite de réfléchir à des moyens d'acceptation. Au contraire, un système accepté n'est pas nécessairement durable. Il faut malgré tout en être conscient et ne pas considérer que ce système soit le « meilleur » dans l'absolu.

4. Qu'en pensent les producteurs ?

OBJECTIFS

L'objectif était de connaître l'avis et le ressenti des producteurs sur les notions de durabilité. L'idée était de confronter leur point de vue concernant la durabilité des systèmes qu'ils pratiquent aux résultats des évaluations.

La réunion s'est déroulée en plusieurs parties :

- Présentation du travail réalisé: L'objectif de la réunion était de leur expliquer pourquoi nous avons pris en compte des critères qui se situent au-delà de leurs préoccupations (toxicité des produits, qualité de l'eau...). Leur opinion sur le concept de durabilité, sur la pertinence de certains critères et pondérations a été sollicitée.
- Description de quatre systèmes de culture simples et réels : Riz tous les ans labour, système de référence, Mais dolique //riz en SCV, SCV intégrant une jachère de stylo.
- Discussion collective pour estimer la note attribuée à chaque pilier de la durabilité pour chaque système. Il leur a été demandé d'attribuer un qualificatif à chaque pilier pour chaque système a priori: « très bien », « bien », « moyen », « mauvais », « très mauvais ».
- Présentation des résultats des évaluations pour les comparer aux notes qu'ils attribuent d'eux même. Leurs perceptions sont alors ainsi comparées aux résultats obtenues.

RESULTATS

Dans la grande majorité des cas, la perception des producteurs est similaire à ce que les résultats des évaluations montrent. Selon eux, la manière dont le sol est cultivé et l'environnement sont deux concepts « dépendants ». Ils affirment qu'ils remarquent que la culture des *tanety* n'est pas durable puisque quand il pleut après un labour, la pluie emporte toute la terre, ils ne peuvent alors plus cultiver et déménagent. De même, ils s'accordent à dire que les rotations sont

importantes pour la structure du sol et sa fertilité. Ils trouvent que le meilleur moyen d'augmenter la fertilité est d'implanter du *stylosanthes* sur la parcelle. En parallèle, les systèmes SCV sont les plus rentables selon eux, d'autant plus qu'ils parviennent à vendre les semences des plantes de couverture (dolique, *stylosanthes* ...). Au contraire, les systèmes en monoculture de riz ne leur apportent pas satisfaction car une chute des rendements, et donc des bénéfices, est constatée à chaque fois qu'ils les mettent en place. En ce qui concerne les aspects sociaux, alors qu'ils ne perçoivent pas tous le risque lié à l'utilisation des pesticides pour leur santé, ils abordent d'eux-mêmes les conflits liés à la divagation des animaux dans les parcelles en SCV. Ces discours sont des exemples de ce que les agriculteurs rencontrés ont souhaité partager avec nous sur cette notion de durabilité. Il faut néanmoins savoir que les agriculteurs rencontrés font partie des groupes intégrés au projet de développement de l'agriculture de conservation (ABACO)⁷. Ces producteurs ont déjà reçu des formations à l'agriculture de conservation et participent aux différents essais. Ils sont donc sensibilisés au SCV.

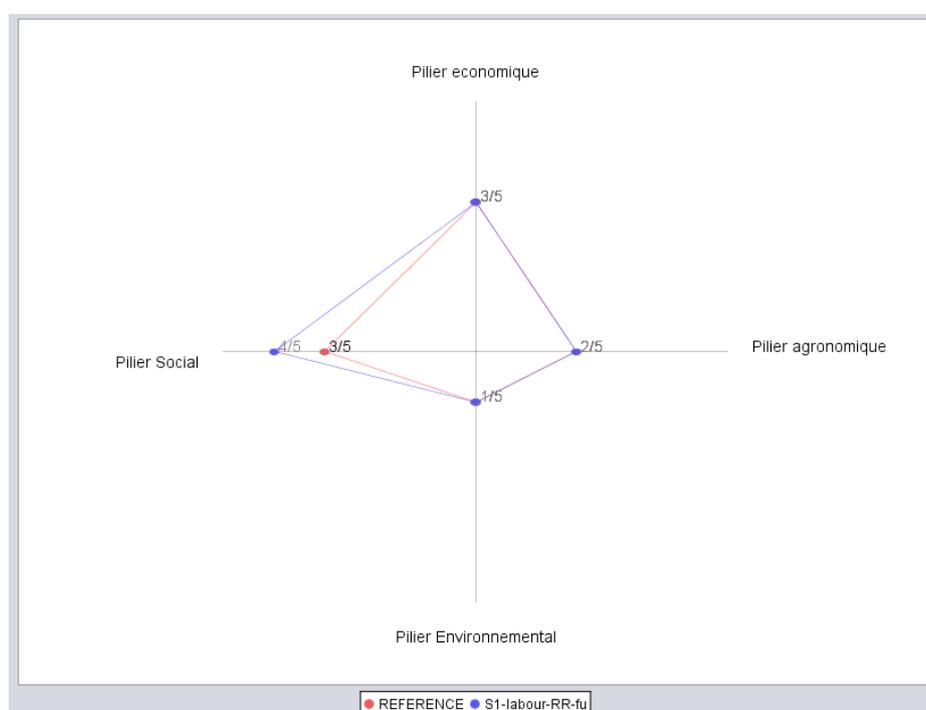


Figure 14: Comparaison de deux systèmes REF et S1: désaccord des agriculteurs

Malgré tout, un désaccord a été soulevé lors des discussions. Selon les agriculteurs, le système de référence devrait obtenir une meilleure note que le système en monoculture de riz d'un point de vue agronomique et environnemental. Profitant de la rotation et de l'intégration d'une légumineuse, ils attribueraient la note de 3/5 pour le piler agronomique et 2/5 pour le pilier environnemental. Or, l'évaluation ne permet pas de discriminer ces deux systèmes. Pour ce qui est de l'aspect agronomique, le bilan azote est similaire dans les deux cas. L'intégration d'une légumineuse est compensée par un prélèvement plus important du maïs par rapport au riz. De même, la maîtrise des contraintes est semblables, les deux bénéficiant d'une gestion des adventices modérées. Enfin, pour les questions environnementales, la présence d'un labour systématique et une grande période

⁷ ABACO : Projet dégradation des sols et insécurité alimentaire en Afrique semi-aride. 2011-2014, financé par l'Union Européenne

sans couverture du sol engendre directement l'attribution de la moins bonne classe. La diversité des cultures n'a pas un poids suffisant dans l'évaluation pour contre balancer la sensibilité au labour.

DISCUSSION

Les agriculteurs rencontrés pour cet exercice étaient des participants au projet ABACO mis en place depuis 2012 sur la région du lac. Ce sont donc des personnes qui ont pour certaines déjà participé à des journées de formation aux pratiques de SCV et de sensibilisation aux impacts du labour sur les sols. Leurs points de vue ne représentent alors pas la majorité paysanne. Il serait intéressant de réaliser le même exercice auprès d'agriculteurs ne connaissant pas les pratiques de semis direct pour voir s'ils remarquent les impacts et s'ils citent les mêmes contraintes. Des préoccupations non prises en compte dans l'évaluation seraient peut être abordées et expliqueraient le manque d'acceptabilité de certains systèmes SCV qui paraissent pourtant durables dans le modèle tel qu'il est aujourd'hui. Durabilité et acceptabilité étant deux concepts différents, il faudrait construire un arbre d'acceptabilité en parallèle du modèle de durabilité.

Ce travail d'évaluation a rempli ses deux objectifs préalablement définis. La sensibilité du modèle a été améliorée puisque à présent les systèmes se différencient bien les uns des autres. Par ailleurs, les résultats de comparaison entre les systèmes selon les trois facteurs qui les différencient (Le mode de conduite, le niveau d'intensification et la rotation) permettent de tirer certaines conclusions générales. Malgré la prudence dont il faut faire preuve dans l'interprétation des évaluations, les comparaisons permettent de déceler les points forts et les points faibles de chacun des systèmes testés (Annexe 7). Des voies d'améliorations des systèmes de culture innovants peuvent alors être définies en concertation avec les agriculteurs en fonction des marges de manœuvre dont ils peuvent disposer sur leur ferme.

Des indicateurs pourraient être retravaillés.

L'évaluation de plusieurs critères basiques a présenté des difficultés car il était souvent difficile de construire des indicateurs qui soient à la fois :

- pertinents,
- renseignables avec le peu de données disponibles,
- facilement compréhensibles pour pouvoir interpréter les résultats,
- discriminants afin de pouvoir classer les des systèmes les uns par rapport aux autres.

La construction des indicateurs nécessite beaucoup de temps et doit être réalisée collectivement pour être consensuelle.

Des agriculteurs aux profils plus diversifiés pourraient être sollicités pour participer à la fois à la conception de certains indicateurs (pénibilité physique, calendrier de travail, acceptabilité sociale) et à la construction d'un nouveau critère « d'acceptabilité » sociale. Ces discussions nous permettraient peut-être de comprendre pourquoi les systèmes SCV, plus durables selon le modèle, ne sont pas diffusés. Est-ce parce que les agriculteurs ignorent que ces systèmes sont plus durables ? ou bien est-ce parce que bien qu'ils en aient conscience, ils ne prennent pas en considération la durabilité dans leurs prises de décision ? La durabilité, cependant, n'est pas l'acceptabilité, et certains critères dont la place dans la durabilité n'est pas primordiale peuvent l'être à l'égard des agriculteurs pour choisir un système de culture. Des discussions avec de nouveaux agriculteurs permettraient de répondre en partie à ces questionnements.

Conclusion

Accroître et sécuriser les revenus des producteurs, préserver l'environnement et aider les producteurs à devenir les acteurs de leur développement sont les principales missions des différents projets de développement présents au lac Alaotra. Ces missions semblent bien s'intégrer au concept de développement d'une agriculture durable. C'est ainsi que le projet d'évaluation de la durabilité des systèmes de culture prend tout son sens. Le stage effectué dans le Vakinankaratra en 2010 a constitué une base pour ce stage d'adaptation du modèle d'évaluation multicritère de la durabilité de systèmes de culture MASC-Mada, à la région du Lac Alaotra.

Ce stage a abouti à une version spécifique des systèmes de culture rizicoles sur *tanety* le contexte du lac Alaotra. La démarche employée lors de l'adaptation et la restitution des résultats auprès des agriculteurs a favorisé l'échange et le débat autour du concept de durabilité. Cet outil d'animation est un support à la discussion entre chercheurs, mais aussi entre opérateurs du développement cherchant à diffuser des systèmes de cultures innovants plus durables et avec les agris. Au-delà de cette fonction d'animation, ce modèle est maintenant opérationnel pour sa fonction d'évaluation en tant que telle. Les indicateurs ont été retravaillés et les agrégations revues pour gagner en justesse et en sensibilité. Ainsi, cet outil peut maintenant être utilisé pour comparer différents systèmes de culture, innovants et traditionnels. La faible discrimination entre les systèmes traditionnels évalués met cependant en évidence une limite au modèle : il est nécessaire de confronter des systèmes bien différents les uns des autres pour pouvoir cerner leurs points forts et faibles respectifs. Il serait aussi intéressant d'améliorer la précision des modes d'évaluation des critères basiques pour augmenter le pouvoir discriminant du modèle.

Un tel modèle a permis à chacun de se poser la question de la pertinence des systèmes proposés aux agriculteurs. Les questionnements sur les difficultés rencontrées pour la diffusion des systèmes innovants (notamment les SCV que les paysans ont souvent remplacés par des SCI) trouveront peut-être une partie de réponse dans cette évaluation. En effet, il est important de vérifier si la prise en compte de la durabilité des systèmes de production peut s'inscrire dans les stratégies paysannes actuelles. Si la sécurisation des rendements et des revenus fait partie intégrante des stratégies paysannes, la durabilité technique et environnementale semble occuper une place mineure dans les préoccupations paysannes par rapport à celles des chercheurs et développeurs (Penot et al., 2010). Malgré tout, il a été jugé important d'évaluer la durabilité dans son sens le plus complet. Nous considérons les contraintes et les préoccupations premières des agriculteurs, tout en ne négligeant pas celles qui sont peu perçues mais qui contribuent à la durabilité à moyen ou long terme du système de culture dans l'environnement donné.

L'avis favorable émis par plusieurs experts témoigne de l'intérêt que suscite une telle démarche d'évaluation. Le travail pourrait alors être poursuivi, en intégrant par exemple les experts dans le remplissage des agrégations ou en proposant une version modifiée adaptée aux cultures sur *baiboho*⁸. Pour cela, les indicateurs devraient être revus. De nouveaux systèmes en rupture pourraient aussi être évalués comme par exemple un système biologique.

Pour entrer dans une démarche plus participative, il pourrait être intéressant d'élargir la vision de la durabilité en sollicitant l'avis des agriculteurs ayant des profils diversifiés. Actuellement conçu pour

⁸ *Baiboho* : mot malgache correspond aux terres riches alluvionnaires où les plantes ont accès à la nappe d'eau

la recherche, il faudrait cependant adapter l'outil pour le rendre plus accessible aux agriculteurs (non, tu peux te servir d'autres types de sorties). Le regard que portent les producteurs sur la durabilité pourrait alors être mieux cerné de même que les raisons qui influent leurs choix de mise en place de systèmes innovants. Les stratégies paysannes pourraient alors peut-être être mieux comprises.

Références

- Bar M. (2011) *Indicateurs de vulnérabilité, résilience durabilité et viabilité des systèmes d'activité au Lac Alaotra, Madagascar*. Rapport de stage de magistère « développement économique » université d'Auvergne, 127 pages.
- Benkerrou W. (2011) *Articulation des dimensions épistémique et pratique au sein d'une communauté de conception : Etude de cas de l'outil MASC V2.0*. Rapport de stage master d'ergonomie à la Faculté des sciences d'Orsay, 100 pages.
- Bohanec M., Messean A., Scatista S., Angevin F., Griffiths B., Henning Krogh P., Znidarsic M., Dzeroski S. (2008) *A qualitative multi-attribute model for economic and ecological assessment of genetically modified crops*. Ecological modelling 215, 247–261
- Brundtland G.H., 1987. Notre Avenir à Tous, rapport de la commission mondiale sur L'Environnement et le Développement. Les Editions du Fleuve, Paris. Disponible sur : http://www.wikilivres.info/wiki/Rapport_Brundtland
- Colomb B., Carof M., Aveline A., Bergez J-E (2012). *Stockless organic farming: strengths and weaknesses evidenced by a multicriteria sustainability assessment model*. Agron. Sustain. Dev DOI : 10.1007/s13593-012-0126-5
- Craheix D., Angevin F., Bergez J-E., Bockstaller C., Colomb B., Guichard L., Reau R., Doré T. (2012) *MASC 2.0, un outil d'évaluation multicritère pour estimer la contribution des systèmes de culture au développement durable*. Innovations Agronomiques 20, 35-48
- Daudin G. (2010) *Conception d'un outil d'évaluation multicritère de la durabilité des systèmes de culture. Cas des systèmes de culture à base de riz pluvial dans la région des Hautes Terres de Madagascar*. Rapport de stage de fin d'étude diplôme d'ingénieur agronome Montpellier SupAgro, 97 pages.
- Domas R., Penot E., Andriamalala H. (2009) « *Systèmes de riziculture pluviale innovants* » le cas de la rive est du lac Alaotra. Atelier national sur la recherche et le développement du riz pluvial à Madagascar. UPR/SCRID, 7 pages.
- Fabre (2011) *Évaluation technico-économique des effets des systèmes de culture sous couverture végétale dans les exploitations agricoles du lac Alaotra, Madagascar*. Rapport de stage de fin d'étude diplôme d'ingénieur agronome de spécialisation en agronomie tropicale, 162 pages.
- Flandin M-A. (2009). *Utilisation du modèle MASC pour l'évaluation de la durabilité de systèmes de culture de petits producteurs de la réforme agraire dans les Cerrados brésiliens*. Rapport stage de fin d'étude diplôme d'ingénieur agronome ISARA, 116 pages.
- Froger G., Oberti P. (2002) *L'aide multicritère a la décision participative : une démarche originale de gouvernance en matière de développement durable*. Eurocongrès « Développement local, développement régional, développement durable : quelles gouvernances ? », Toulouse, 25-26 octobre 2002.
- Goulet, F., Pervanchon, F., Conteau, C., Cerf, M. (2008). *Les agriculteurs innovent par eux-mêmes pour leurs systèmes de culture. Systèmes de culture innovants et durables. Quelles méthodes pour les mettre au point et les évaluer ?* Dijon : Educagri éd. p 53-69. (Transversales)
- Landais E. (1997) *Esquisse d'une agriculture durable*. Travaux et innovations, no 43, décembre, 4-10.

Nambena J. (2004) *Analyse de la subsistance paysanne dans un système de production en crise et identification participative de stratégies durables d'adaptation : cas de Beforona, versant oriental de Madagascar*. Thèse en sciences naturelles et mathématiques Ruprecht-Karls Universität Heidelberg, 292 pages.

Penot E. (2009) *Des savoirs aux savoirs faire : l'innovation alimente un front pionnier : le lac Alaotra de 1897 à nos jours*. Document de travail BV-lac n° 27.

Penot E., Scopel E., Domas R., Naudin K. (2010) *La durabilité est-elle soluble dans le développement ? L'adoption des techniques de conservation de l'agriculture dans un contexte d'incertitudes multiples au lac Alaotra, Madagascar*. Colloque « agir en situation d'incertitude » Quelles constructions individuelles et collectives des régimes de protection et d'adaptation en agriculture ? 22-24 novembre, Agropolis, Montpellier.

Programme scientifique et technique. Description du projet, PEPITES Processus Ecologiques et Processus d'Innovation Technique Et Sociale en agriculture de conservation, ANR-08-STRA-10, version 2008. www.projet-pepites.org

Sadok W., Angevin F., Bergez J-E, Bockstaller C., Colomb B., Guichard L., Reau R., Doré T. (2008) *Ex ante assessment of the sustainability of alternative cropping systems: implications for using multi-criteria decision-aid methods. A review*. EDP science, Agron. Sustain. Dev. 28, 163–174

Sadok, W., Angevin, F., Bergez, J., Bockstaller, C., Colomb, B., Guichard, L., Reau, R., et al. (2009). *MASC, a qualitative multi-attribute decision model for ex ante assessment of the sustainability of cropping systems*. Agron. Sustain. Dev, 29, 447–461.

Terrier M., Gasselin P., Le blanc J. (2010) *Évaluer la durabilité des systèmes d'activités des ménages agricoles pour accompagner les projets d'installation en agriculture. La méthode edama*. ISADA 2010, Innovation et Développement Durable dans l'Agriculture et l'Agroalimentaire. 28 juin-1^{er} juillet 2010.

Annexes

Annexe 1 : Tableau des indicateurs du pilier économique

Annexe 2 : Tableau des indicateurs du pilier agronomique

Annexe 3 : Tableau des indicateurs du pilier environnemental

Annexe 4 : Tableau des indicateurs du pilier social

Annexe 5 : Liste des experts rencontrés lors de ce stage

Annexe 6 : Fiches des itinéraires techniques détaillés des systèmes de culture évalués

Annexe 7 : Graphique synoptique, exemple du système de référence

Annexe 8 : Compte rendu réunion agriculteurs Amparihitsokatra

Annexe 8 : Compte rendu réunion agriculteurs Mahatsara

Annexe 1 : Tableau des indicateurs du pilier économique

n= nombre année de la rotation i = année i de cultures cult= culture

PILIER ECONOMIQUE				
CRITERE	DESCRIPTION	MODE D'EVALUATION	SEUILS	REMARQUES
Marge	Ce critère permet de décrire le gain moyen sur la rotation grâce à la vente des productions. Il reflète donc la rentabilité du système de culture.	La marge du système est calculée par la moyenne des marges brutes (MB) du système de culture sur la rotation. Elle est exprimée en Ar/ha/an. PB: produit brut correspondant au gain lié à la vente des productions et CO: charges opérationnelles correspondant à l'achat des intrants, semences et aux charges de main d'oeuvre. MB=PB-CO et Marge= [SOMMEi (MB)] / n	Les seuils ont été fixés à partir des valeurs prises par le système de référence. Très faible < 50%REF < Faible < 80%REF < Moyen < 120%REF < Elevé < 150%REF < Très élevé	Un autre critère basique en parallèle de celui-ci concernait le potentiel d'évolution de la marge. Il avait l'avantage d'illustrer l'évolution à MT de la marge. Son évaluation était cependant trop subjective, il a donc été supprimé.
Potentiel vivrier	Ce critère permet de décrire le potentiel d'un système à fournir des cultures vivrières. Il illustre la capacité d'autosuffisance de l'exploitation. Ce critère fait référence au risque, on estime un <i>potentiel</i> , c'est-à-dire qu'on ne distingue pas ici le choix de valorisation des produits vivriers pouvant être fait par le producteur (vente ou autoconsommation).	Le potentiel vivrier indique la possibilité d'utilisation d'une culture i en tant que culture d'autoconsommation pour l'agriculteur et sa famille. Cet indicateur est calculé à partir du Potentiel vivrier des plantes (Pvc) qui est fixé à 1 si la culture a un potentiel vivrier et à 0 si elle n'en a pas. Il est aussi calculé à partir de la part de la parcelle occupée par cette culture i (%surf, =100% en cas de culture seule, et 50% en cas d'association équilibrée par exemple) et de la part de la production i exportée (%exp). Ainsi, on calcule le pourcentage de production vivrière exportée par année et on effectue la moyenne sur la rotation. Le résultat se présente sous forme d'un pourcentage. PotViv=[SOMME i (Pvc*%exp*%surf)]/n	Les seuils ont été fixés en fonction de l'amplitude des valeurs obtenues. Faible < 33% < Moyen < 66% < Elevé	
Potentiel fourrager	Le potentiel fourrager décrit le potentiel d'un système de culture à fournir des cultures fourragères. Un système de culture offrant un bon potentiel fourrager est bénéfique à l'économie de l'exploitation d'agro-élevage et participe à son autosuffisance.	Cet indicateur illustre une notion de risque et d'autosuffisance, on calcule donc un potentiel d'utilisation en fourrages de la production. L'indicateur est calculé à partir de la part de la parcelle occupée par cette culture i (%surf), de la part de la production i exportée (%exp) et du potentiel fourrager de la culture (Pfc qui est fixé à 1 si la culture a un potentiel fourrager et à 0 si elle n'en a pas). Ainsi, on calcule le pourcentage de production fourragère exportée par année et on effectue la moyenne sur la rotation. Le résultat se présente sous forme d'un pourcentage. Potentiel fourr. = [SOMME i (Pfc*%exp * %surf)] / n	Les seuils ont été fixés en fonction de l'amplitude des valeurs obtenues. Faible < 33% < Moyen < 66% < Elevé	Il a été choisi de ne pas différencier les fourrages en fonction de leur qualité nutritive ou de leurs rendements. Le calcul aurait été trop compliqué et n'aurait pas de réel intérêt.
Aléa technique approvisionnement	Ce critère décrit la capacité du système à résister et à minimiser les pertes de production dues à un aléa technique. On considère ici à la fois les contraintes liées à la mise en place du système de culture (complexité et approvisionnement) et sa capacité à gérer un choc (flexibilité et résilience).	4 facteurs sont intégrés à cette évaluation. chacun reçoit une note entre 0 et 2 déterminée à partir des règles de décision suivantes. Complexité C= 0 si l'itinéraire technique est peu complexe, C=2 si l'itinéraire technique est complexe. Flexibilité F=0 si l'itinéraire technique est très flexible, F=2 si l'itinéraire technique est très contraignant et peu flexible. Résilience R=0 si le système est capable de revenir très rapidement à son état initial, R=2 si beaucoup de travail est nécessaire pour qu'il y revienne. Approvisionnement A=0 si le système ne nécessite pas d'intrants ou semences particulières, A=2 si le système comprend des intrants chimiques, semences stylo, pesticides. La note maximale obtenue est retenue pour l'évaluation car on considère que si l'un des quatre est limitant, l'aléa technique est important quelque soit les autres. 0 < Alea tech.=MAX(C,F,R,A) < 2	Les seuils sont directs. Faible:0 Moyen:1 élevé:2	La dimension "approvisionnement" a été ajoutée lors de l'adaptation de l'arbre au contexte du lac Alaotra. En effet, c'est une région où les producteurs rencontrent de grandes difficultés à se fournir en intrants ou semences. Là où dans certaines zones le frein à la diffusion est plutôt lié aux prix trop élevés, dans cette région le problème d'indisponibilité s'ajoute.

Aléa climatique	Ce critère décrit la capacité du système de culture à compenser des chocs climatiques (sécheresse, pluies...) qui peuvent engendrer de fortes pertes.	2 facteurs sont pris en compte dans cette évaluation, le tampon climatique (T) et la diversité des cultures (D). avec T=0 pas de couverture du sol pendant la période de culture, T=1 couverture et donc protection présente mais insuffisante, T=2 bonne protection du sol pendant la période de culture. D diversité des cultures dans une même année permettant d'apporter un minimum de récolte. D=0 une seule culture par année D=1 au moins deux cultures en succession dans l'année D=2 deux cultures en association dans l'année. 0 < Aléa climatique = T + D < 4	Les seuils ont été fixés en fonction de l'amplitude des valeurs obtenues. Faible:0/1 Moyen:2/3 Elevé:4	Un troisième facteur "adaptation des cultures au climat" existait dans la première version de MASC-Mada. Nous avons décidé de supprimer ce paramètre de l'évaluation en considérant que toutes les cultures traditionnellement cultivées ou celles proposées sont adaptées au climat particulier de la région d'étude choisie.
Aléa prix	Ce critère décrit la stabilité du revenu de l'agriculteur. Il illustre l'impact des variations des prix de vente et d'achat des intrants sur le revenu de l'agriculteur. L'idée est de prendre en compte le risque lié à l'adoption d'un système fortement demandeur en intrants qui sera alors davantage sujet aux fluctuations des prix du marché.	L'aléa prix est décrit par la différence entre les marges brutes moyennes et minimales pouvant être obtenues. La marge brute minimale est calculée en considérant que les cultures ont atteint leurs plus bas prix sur la période donnée et que les intrants ont atteint leurs plus haut prix. La marge brute moyenne est calculée à partir du prix moyen de vente des cultures et du prix moyen d'achat des intrants. Aléa px = [SOMMEi [MBmoy-MBmin]] / n	Les seuils ont été fixés à partir des valeurs prises par le système de référence. Faible < 66%REF < Moyen < 133%REF < Elevé	
Aléa divagation	Ce critère décrit le risque de perte de production/biomasse par divagation des animaux. Toutes les cultures et tous les modes de conduite des cultures ne sont pas autant sensibles au piétinement des animaux. Ce critère différencie les systèmes selon leur sensibilité à cet aléa.	Cet indicateur se présente sous la forme d'une note annuelle moyenne sur la rotation. Chaque culture se voit attribuer une note entre 0 et 2 illustrant le risque de destruction de la biomasse en cas de divagation. La note prise par l'indicateur est une composition entre le risque de destruction de la biomasse et le temps de couverture du sol sur l'année. Note= note risque de destruction de la biomasse en cas de divagation %surf= pourcentage de la surface utilisée par cette culture (50% en cas d'association, 100% en cas de culture seule) c= nombre de période de 6 mois sur l'année où le sol est couvert (1 si culture en saison uniquement, 2 en cas de couverture du sol pendant la saison et la contre saison). Aléa= [SOMMEcult (Note*c*%surf)] / n	Les seuils ont été fixés en fonction de l'amplitude des valeurs obtenues. Faible < 1 < Moyen < 2 < Elevé	Ce critère a été ajouté lors de l'adaptation de l'arbre au contexte du lac Alaotra. En effet, dans ce contexte les risques de destruction de la biomasse et donc de pertes économiques constituent un frein à la diffusion de certains systèmes innovants.
Dépenses engagées max	Ce critère permet de décrire les dépenses annuelles maximales sur la rotation. Il permet d'apprécier le risque économique maximal engendré par la mise en place du système de culture.	Les dépenses maximales engagées correspondent au pic de dépense devant être assuré pour mener à bien le système de culture. Cet indicateur est donné en Ariary et est calculé à partir des charges opérationnelles (Di), achat d'intrants, semences, location de matériel occasionnel (pour le labour), et les frais de main d'oeuvre de chaque année i. On considère ici que la totalité de la main d'oeuvre est salariée. Dép max = MAXIMUM (Di) sur la rotation	Les seuils ont été fixés à partir des valeurs prises par le système de référence. Faible < 66%REF < Moyen < 133%REF < Elevé	Dans la première version de MASC-Mada, ce critère était nommé "investissement maximal". Le terme a été modifié pour respecter la réelle définition du terme économique "investissement". Investissement est utilisé dans le cas d'une dépense pour quelque chose de pluri-annuel (achat de matériel par exemple). Dans notre cas, ce sont des dépenses annuelles en semences, intrants... Il ne s'agit donc pas d'un investissement
Dépenses engagées moyennes	Ce critère permet de décrire l'argent devant être dépensé en moyenne chaque année pour mener à bien le système de culture. Il permet d'apprécier le risque économique moyen annuel engendré par la mise en place du système de culture.	Cet indicateur est donné en Ariary et dépend des charges opérationnelles (Di), achat d'intrants, semences, location de matériel occasionnel (pour le labour), et des frais de main d'oeuvre de chaque année i. On considère ici que la totalité de la main d'oeuvre est salariée. Dép moy = MOYENNE (Di) sur la rotation	Les seuils ont été fixés à partir des valeurs prises par le système de référence. Faible < 66%REF < Moyen < 133%REF < Elevé	Dans la première version de MASC-Mada, ce critère était nommé "investissement moyen". Le terme a été modifié pour respecter la réelle définition du terme économique "investissement". Investissement est utilisé dans le cas d'une dépense pour quelque chose de pluri-annuel (achat de matériel par exemple). Dans notre cas, ce sont des dépenses annuelles en semences, intrants... Il ne s'agit donc pas d'un investissement

Demande en temps	Ce critère permet d'exprimer la demande en temps annuelle moyenne pour mettre en place le système évalué. On considère ici toute la main d'œuvre, familiale et salariale.	Cet indicateur est calculé en appréciant le temps total des opérations nécessaire pour la conduite de la/des cultures de l'année. Il est calculé à partir du temps nécessaire à la bonne exécution d'une opération donnée (en homme.jour/ha) (Top). Temps=[SOMMEi [SOMME (Top)]] / n	Les seuils ont été fixés à partir des valeurs prises par le système de référence. Faible < 66%REF < Moyen < 133%REF < Elevé	
Calendrier de travail	Ce critère permet de décrire la superposition du calendrier de travail par rapport au calendrier de travail du riz irrigué. Outre la demande en temps de travail, l'étalement des pics de travail est très important pour l'agriculture pluviale car les producteurs cherchent à éviter une superposition des travaux sur les rizières irriguées avec ceux sur les <i>tanety</i> .	Cet indicateur est calculé à partir du calendrier de travail des cultures étudiées et de celui du riz irrigué. On considère les pics de travail (c'est-à-dire les quinzaines où le travail cumulé nécessaire dépasse 10 h.j.ha) du système de culture superposés aux pics présents dans le calendrier cultural du riz irrigué. La valeur prise par l'indicateur calendrier de travail est le nombre moyen par année de pics de travail superposés avec les pics de travail de la conduite du riz dans les rizières. Cal= [SOMMEi (NbPic)] / n	Les seuils ont été fixés en fonction de l'amplitude des valeurs obtenues. Faible < 1,33 < Moyen < 2 <= Elevé	

Annexe 2 : Tableau des indicateurs du pilier agronomique

PILIER AGRONOMIQUE				
CRITERE	DESCRIPTION	MODE D'EVALUATION	SEUILS	REMARQUES
Qualité physique	Ce critère décrit la capacité du système à limiter les risques de compaction du sol. Les pratiques vont soit détériorer la qualité physique du sol, permettre son renouvellement, ou bien l'améliorer.	L'évaluation de cet indicateur se fait à l'aide d'un arbre satellite construit sous le même logiciel que l'arbre de durabilité. Ici la préoccupation complexe est la qualité physique du sol dont l'évaluation est décomposée en sous problèmes plus simples à résoudre que sont, le travail mécanique du sol, le travail du sol par les plantes et l'activité biologique. Une pondération est attribuée à chaque paramètre (50% travail du sol/ 25% travail par les plantes de service/ 25% activité biologique, elle même décomposée en 50%/50% pour le non labour et la fertilisation organique qui favorise une bonne activité biologique). La sortie de l'arbre satellite est exprimée sous forme qualitative.	L'évaluation est donc directe	Ce critère a été modifié par rapport à la première version. La création d'un arbre satellite permettait de prendre en compte plusieurs facteurs jouant sur ce critère en, fonction de leur importance relative.
Fertilité chimique	Le critère fertilité chimique du sol décrit la capacité du système de culture à améliorer, maintenir ou diminuer la fertilité chimique du sol. La prise en compte de la fertilité est d'autant plus importante que l'évaluation concerne les "tanety" qui sont des terres très sujetes aux problèmes de baisse massive de fertilité.	L'évaluation se présente sous forme d'un bilan azoté sur la rotation. Les autres éléments ne sont pas pris en compte par manque de données. Les entrées du bilan sont les apports par des fertilisants (organiques/minéraux) et les apports par les plantes de service. Les sorties du bilan sont elles constituées des prélèvements par les cultures et des pertes par érosion/lessivage. Apports par fertilisation représente la somme des apports en fertilisation minérale (urée 46% N, NPK 11% N) ou organique (fumure 2,5u N pour 1 T) sur la rotation. Afin de prendre en compte les pertes potentielles par érosion, on enlève 5% des apports pour les années avec pratique du labour. (Douzet et al. 2009) Apports par les plantes de couverture représentent les apports par dégradation des plantes de couverture. On ne raisonne que sur la fixation d'azote par les légumineuses. On considère d'une part que les « petites » légumineuses (haricot, arachide, pois de terre) présentent un bilan azoté nul c'est à dire que leur prélèvement d'azote est compensé par l'azote fixé. Pour les autres légumineuses (stylo, vesce, vigne, niébe, dolique), on évalue l'azote fixé en fonction de la biomasse moyenne produite. Les prélèvements dépendent eux aussi de la biomasse produite. Le résultat est donné en unités d'azote. Ferti= SOMMEi (ferti org + ferti mnl + ferti pltes – prélev – pertes)	Les seuils ont été fixés en fonction de l'amplitude des valeurs prises par le critère. Faible < -50 unités < Moyen < +50 unités < Elevé	
Maîtrise des adventices et du couvert	Ce critère décrit la capacité du système à maîtriser les adventices et les couverts végétaux envahissants de manière à conserver le potentiel de production de la parcelle	Un tableau établi à dire d'expert est utilisé pour décrire la maîtrise des adventices des systèmes de cultures. Il prend en compte, la présence ou non de labour, le type de lutte mécanique/chimique, le nombre de sarclages en cas de lutte mécanique et la qualité de la couverture dans le cas d'un système en SCV. Une note (-1/0/1) est donnée pour chaque composition de paramètres.	L'évaluation est donc directe. Faible: -1 Moyen: 0 Elevé: +1	
Maîtrise des bioagresseurs	Ce critère décrit la capacité du système de culture à maîtriser les bio-agresseurs afin de conserver le potentiel de production de la parcelle.	Le principe ici est d'évaluer le nombre de cultures à risque de la rotation gérées par une méthode de lutte efficace. On considère alors la part des cultures « à risque » maîtrisées par un traitement ou une pratique. Le principal risque pour les graminées est l'hétéronychus (ver blanc) contrôlé par un traitement de semences ou des pratiques spécifiques. Le principal enjeu pour les légumineuses est la récolte des graines qui est rendu possible grâce à un traitement insecticide.	Les seuils ont été fixés en fonction de l'amplitude des valeurs prises par le critère. Faible < 33% < Moyen < 66% < Elevé	Nous avons décidé de ne pas prendre en compte la pression due au rats malgré son existence par manque de connaissance experte.

Annexe 3 : Tableau des indicateurs du pilier environnemental

PILIER ENVIRONNEMENTAL				
CRITERE	DESCRIPTION	MODE D'EVALUATION	SEUILS	REMARQUES
Sensibilité à l'érosion	Les <i>tanety</i> sont des terres très sensibles à l'érosion. Ce critère décrit la sensibilité d'un système de culture à l'aléa érosif. On évalue sa capacité à diminuer/supprimer le risque de pertes de terrains du à un aléa érosif.	La sensibilité à l'érosion est déterminée à dire d'expert en établi à partir de résultats d'essais. L'indicateur prend en compte le mode de conduite de la culture, le degré de couverture du sol, l'intégration ou non d'une jachère au sein de la rotation et la fréquence des labours. Un tableau attribue une classe parmi 5 pour chaque combinaison des paramètres.	L'évaluation est donc directe	Ce critère a 5 classes et non trois comme les autres critères de l'outil car il est situé à un niveau plus haut que les autres dans l'arbre de durabilité. Son poids relatif sur la note finale est donc plus important. Proposer 5 classes permet de mieux discriminer les systèmes.
Bilan C	Le critère bilan C permet de décrire la tendance du système de culture à dégager ou à stocker les gaz à effet de serre. Ce critère est apprécié en évaluant la quantité de biomasse stockée.	Dans le cas où une pratique déstockant massivement le C (brulis) est mise en oeuvre, la moins bonne classe est directement attribuée. Cet indicateur se présente sous la forme d'une note moyenne sur la rotation. Chaque culture se voit attribuer une note (Note) entre 0 et 2 représentant sa capacité à produire de la biomasse. On décide de diviser par deux cette note dans le cas où la biomasse produite est exportée de la parcelle, soit %année la part de l'année où la culture ou ses résidus sont en place sur la parcelle. La moyenne des notes de chaque culture sur la rotation est la valeur prise par l'indicateur. BilanC = [SOMMEcult Note*%année] / n	Les seuils ont été fixés en fonction de l'amplitude des valeurs prises par le critère. Faible < 0,67 < Moyen < 1,33 < Elevé	
Qualité de l'eau	Ce critère décrit l'effet des pratiques sur la qualité de l'eau. Il permet d'apprécier la pollution des eaux par l'usage de pesticides dans la conduite des systèmes de culture.	La qualité de l'eau est évaluée à partir d'une note p comprise entre 0 et 2 illustrant la toxicité du pesticide (j). Elle est attribuée à partir de la table matière active/toxicité E-Phy. Dans le cas où le produit et la matière active ne sont pas répertoriés la note maximale est attribuée. La moyenne sur la rotation des notes de chaque produit utilisé représente l'indicateur. QualEau= [SOMME j (p)] / n	Les seuils ont été fixés en fonction de l'amplitude des valeurs prises par le critère. Faible <= 1,16 < Moyen < 2,32 < Elevé	Nous voulions intégrer dans l'évaluation les pertes de NO3- dans les eaux. Cependant, si l'on considère les seuils de toxicité préconisés dans MASC 2.0 tous les systèmes malgaches seraient très clairement dans la classe "faible". Les systèmes ne sont pas assez intensifs pour que la fertilisation entraîne un risque pour la qualité de l'eau. Il n'y avait donc pas d'intérêt à ajouter ce paramètre à l'évaluation.
Effet de la diversité des cultures	Ce critère décrit l'impact positif de la diversité des cultures sur la biodiversité sur la parcelle et dans son environnement proche.	L'effet de la diversité des cultures est calculé en comptant le nombre de cultures différentes sur la rotation. Eff.div=Nombre de cultures différentes	Les seuils ont été fixés en fonction de l'amplitude des valeurs prises par le critère. Faible < 2 < Moyen < 4 <= Elevé	
Pression pesticides	Cet critère décrit l'influence des produits phytosanitaires utilisés dans la conduite de la culture sur la biodiversité.	La pression pesticide sur la biodiversité est évaluée à partir d'une note p comprise entre 0 et 2 illustrant la toxicité du pesticide (j) vis-à-vis de la biodiversité. La moyenne sur la rotation des notes de chaque produit utilisé représente l'indicateur. Press.pest = SOMMEj (p) / n	Les seuils ont été fixés en fonction de l'amplitude des valeurs prises par le critère. Faible < 1 < Moyen < 2 < Elevé	
Pression des autres pratiques	Cet critère décrit l'effet du labour et du brulis sur la biodiversité.	Dans le cas où le brulis est pratiqué, la classe la plus mauvaise sera attribuée. Dans le cas où le brulis n'est pas pratiqué, la présence de labour est considérée. Une note de 2 est attribuée à chaque labour et la moyenne est faite sur la rotation.	Les seuils ont été fixés en fonction de l'amplitude des valeurs prises par le critère. Faible <= 0,67 < Moyen < 1,33 < Elevé	

Annexe 4 : Tableau des indicateurs du pilier social

PILIER SOCIAL				
CRITERE	DESCRIPTION	MODE D'EVALUATION	SEUILS	REMARQUES
Compatibilité foncière	Ce critère décrit la compatibilité du système de culture avec le mode de tenure du foncier. En effet, à Madagascar beaucoup de terres sont louées ou métayées ; ces modes de tenure foncière sont un frein à la diffusion de systèmes intégrant une jachère et/ou en SCV.	On considère que des terres en location ou métayage ne sont pas compatibles avec les systèmes intégrant une jachère ou en SCV car les gains sont reportés dans le temps. L'intérêt agronomique de l'intégration d'une jachère ou d'une légumineuse n'est qu'à MT. Trois classes ont été définies à dire d'expert pour apprécier cette compatibilité foncière. Elles dépendent du pourcentage de terres métayées dans la zone d'étude, du nombre d'année de la rotation sans culture sur la parcelle et du mode de conduite de la culture (SCV/labour).	L'évaluation est donc directe.	
Fréquence riz	Ce critère décrit l'importance du riz dans la rotation. Dans le contexte malgache, la production de riz en grande quantité n'est pas seulement une volonté économique pour satisfaire l'autosuffisance du producteur, mais elle a aussi une dimension sociale dans le sens où pour « l'image » il faut produire du riz le plus fréquemment possible.	La fréquence de riz sur la rotation est considérée pour cette évaluation Frequ=nombre années de culture de riz / n	Les seuils ont été fixés en fonction de l'amplitude des valeurs prises par le critère. Faible < 0,26 < Moyen < 0,5 <= Elevé	Nous avons décidé d'attribuer la classe "élevée" lorsque la fréquence est d'une année sur deux. Par ailleurs, ce critère est moins important dans la région du Lac Alaotra que dans le Vakinankaratra car les producteurs ont davantage de terres irriguées dans les bas fonds; ils y cultivent donc suffisamment de riz.
Compatibilité divagation	Cet critère décrit la compatibilité du SdC avec les pratiques de divagation des animaux couramment utilisées. Il décrit l'exposition de l'agriculteur aux conflits sociaux engendrée par son choix de SdC. Le risque est double : d'une part les producteurs en SCV peuvent entrer en conflit avec leurs voisins qui viennent faire pâturer leurs zébus sur sa parcelle, d'autre part les producteurs en SCV n'ont plus de terres pour faire pâturer leurs propres zébus. Cela peut entraîner également des conflits,	Cet indicateur est renseigné grâce au même mode de calcul que le critère "aléa divagation". Il se présente sous la forme d'une note moyenne par année sur la rotation. Chaque culture se voit attribuer une note entre 0 et 2 illustrant le risque de destruction de la biomasse en cas de divagation. La note prise par l'indicateur est une composition entre le risque de destruction de la biomasse et le temps de couverture du sol sur l'année. Note= note risque de destruction de la biomasse en cas de divagation %surf= pourcentage de la surface utilisée par cette culture (50% en cas d'association, 100% en cas de culture seule) c= nombre de période de 6 mois sur l'année où le sol est couvert (1 si culture en saison uniquement, 2 en cas de couverture du sol pendant la saison et la contre saison) Aléa= [SOMMEcult (Note*c*%surf)] / n	Les seuils ont été fixés en fonction de l'amplitude des valeurs prises par le critère. Faible < 1 < Moyen < 2 < Elevé	Cet indicateur a été ajouté à la première version de MASC-Mada lors de l'adaptation au contexte du lac Alaotra,
Toxicité pour le travailleur	Ce critère décrit l'influence des produits chimiques sur la santé du travailleur. Ce critère est d'autant plus important dans le contexte malgache que aucune protection n'est utilisée par les travailleurs (ni gants, ni chaussures, ni masques) et que les matières actives utilisées ne sont souvent plus acceptées en Europe depuis des années.	Le risque de toxicité pour le travailleur est évalué à partir d'une note p comprise entre 0 et 2 illustrant la toxicité de chaque pesticide (j). Elle est attribuée à partir de la table matière active/toxicité E-Phy. Dans le cas où le produit et la matière active ne sont pas répertoriés la note maximale est attribuée. La moyenne sur la rotation des notes de chaque produit utilisé représente l'indicateur. Tox = [SOMMEj (p)] / n	Les seuils ont été fixés en fonction de l'amplitude des valeurs prises par le critère. 0<= Faible < 1 < Moyen < 2 < Elevé	
Pénibilité physique	Ce critère décrit la pénibilité du travail physique effectué par le travailleur pour mener à bien le système de culture.	La pénibilité est calculée à partir de notes de pénibilité de chaque opération comprises entre 1 et 3 déterminées à dire d'expert. (Po) La durée des opérations est quant à elle déterminée par le nombre quinzaines du calendrier concernées par cette opération (Do). La moyenne de ces notes sur la rotation est considérée. Pen. Phy. = [SOMME (Po*Do)] / n	Les seuils ont été fixés en fonction de l'amplitude des valeurs prises par le critère. Faible < 5 < Moyen < 7 < Elevé	

Antananarivo :

Eric Scopel, agronome (CIRAD)
Eric Penot, agro-économiste (CIRAD)
Krishna Naudin, agronome (CIRAD)
Thierry Becker, sciences du sol (IRD)

Antsirabe:

Mathilde Sester, épidémiologiste (CIRAD)
Julie Dusserre, écophysiologique (CIRAD)
Roger Michellon, agronome (CIRAD)
Richard Randriamanantsoa, entomologiste (FOFIFA)

Ambatondrazaka :

Andriatsitohaina Rakotoarimanana (Chef de projet BV-Lac)
Rasolomanjaka Joachin, agronome (BV-Lac)
Rabenandro Thierry (AVSF)
Randriamiarana Vololoniraisana (AVSF)
Razafimahaleo Arson Frédéric, technicien (AVSF)
Andriamalala Herizo, agronome (BRL)
Tokiherinionja T. Fernand, agronome (BRL)
Rajaobelina Naharison Jess, agronome (BRL)
Rafaralahisoa Mamy Nirina, (BEST)
Randriamanalina Jean Marcel, agronome (BV-Lac)

SYSTEME REFERENCE

Rotation	Riz//Maïs//Arachide
Mode de conduite des cultures	Labour
Niveau d'intensification	Faible

ANNEE 1 : RIZ

Rendement en grains	1700 Kg
Rendement en paille	1700 Kg
Mois de vente	Mai
Exportation	100%

Source : ITK BRL 2008, ZSE

ITK :

Opération	Mois	Quinzaine	Temps de travaux
labour	décembre	fin	10
hersage	décembre	fin	6
semis+epandage	décembre	fin	33
sarclage	janvier	fin	35
récolte	avril	fin	35

gaucho	150 g
semence riz	60 kg
fumure	4000 kg

ANNEE 2 : MAIS

Rendement en grains	2400 Kg
Rendement en paille	2400 Kg
Mois de vente	Juin
Exportation	100%

Source : ITK BRL 2008, ZSE

ITK :

Opération	Mois	Quinzaine	Temps de travaux
labour	décembre	fin	10
hersage	décembre	fin	6
semis+epandage	janvier	début	30
sarclage	janvier	fin	27
récolte	juin	début	28

gaucho	150 g
semence maïs	30 kg
fumure	3000 kg

ANNEE 3 : ARACHIDE

Rendement en grains	900 Kg
Rendement en paille	0
Mois de vente	Mai
Exportation	100%

Source : ITK BRL 2008, ZSE

ITK :

Semences arachide	60 g
-------------------	------

Opération	Mois	Quinzaine	Temps de travaux
labour	décembre	fin	10
hersage	décembre	fin	6
semis	janvier	début	33
sarclage	janvier	fin	36
récolte	mai	début	34

S1-labour-RR-fu

Rotation	Riz//Riz
Mode de conduite des cultures	Labour
Niveau d'intensification	Faible

ANNEE 1 : RIZ

Rendement en grains	1800 Kg
Rendement en paille	1800 Kg
Mois de vente	Mai
Exportation	100%

source BRL ZNE labour *tanety* 13^e

ITK :

Opération	Mois	Quinzaine	Temps de travaux
labour	décembre	fin	10
hersage	décembre	fin	6
semis+epandage	décembre	fin	33
sarclage	janvier	fin	35
récolte	avril	fin	35

gaucho	140 g
semence riz	50 kg
fumure	2000 kg

ANNEE 2 : RIZ

Rendement en grains	1800 Kg
Rendement en paille	1800 Kg
Mois de vente	Mai
Exportation	100%

source BRL ZNE labour *tanety* 13^e

ITK :

Opération	Mois	Quinzaine	Temps de travaux
labour	décembre	fin	10
hersage	décembre	fin	6
semis+epandage	décembre	fin	33
sarclage	janvier	fin	35
récolte	avril	fin	35

gaucho	140 g
semence riz	50 kg
fumure	2000 kg

S2-labour-MPtMA-fu

Rotation	Maïs//Pois de terre//Maïs//Arachide
Mode de conduite des cultures	Labour
Niveau d'intensification	Faible

ANNEE 1 : MAIS

Rendement en grains	2400 Kg
Rendement en paille	2400 Kg
Mois de vente	Juin
Exportation	100%

Source BRL ZNE labour *tanety* 8^e

ITK :

Opération	Mois	Quinzaine	Temps de travaux
labour	décembre	fin	10
hersage	décembre	fin	6
semis+epandage	janvier	début	30
sarclage	janvier	fin	27
récolte	juin	début	28

gaucho	150 g
semence riz	30 kg
fumure	3000 kg

ANNEE 2 : POIS DE TERRE

Rendement en grains	700 Kg
Mois de vente	Mai
Exportation	100%

source BRL ZNE *tanety labour 2^e*

ITK :

Opération	Mois	Quinzaine	Temps de travaux
labour	janvier	début	10
hersage	janvier	début	6
semis	janvier	début	33
sarclage	février	début	30
récolte	mai	début	30

semence pois de terre	60 Kg
-----------------------	-------

ANNEE 3 : MAIS

Rendement en grains	2400 Kg
Rendement en paille	2400 Kg
Mois de vente	Juin
Exportation	100%

source BRL ZNE *labour tanety 8^e*

ITK :

Opération	Mois	Quinzaine	Temps de travaux
labour	décembre	fin	10
hersage	décembre	fin	6
semis+epandage	janvier	début	30
sarclage	janvier	fin	27
récolte	juin	début	28

gaucho	150 g
semence riz	30 kg
fumure	3000 kg

ANNEE 4 : ARACHIDE

Rendement en grains	900 Kg
Mois de vente	Mai
Exportation	100%

source BRL ZNE *tanety labour 1e*

ITK :

Opération	Mois	Quinzaine	Temps de travaux
labour	décembre	fin	10
hersage	décembre	fin	6
semis	janvier	début	33
sarclage	janvier	fin	36
récolte	mai	début	34

Semences arachide	60 kg
-------------------	-------

S3-SCV-MdR-fu

Rotation	Maïs+Dolique//Riz
Mode de conduite des cultures	SCV
Niveau d'intensification	Faible

ANNEE 1 : MAIS+DOLIQUE

Rendement en grains	2500 Kg
Rendement en paille	2500 Kg
Rendement en dolique	350 Kg
Mois de vente	Juin
Exportation	100% graines, 0% pailles

source BRL ZNE SCV *tanety 7e*

ITK :

Opération	Mois	Quinzaine	Temps de travaux
semis+epandage	décembre	fin	30
sarclage	janvier	fin	27
récolte	mai	fin	28

gaucho	120 g
semence maïs	25 kg
fumure	2300 kg
semence dolique	15 kg
cyperméthrine	25 g

ANNEE 2 : RIZ

Rendement en grains	2000 Kg
Rendement en pailles	2000 Kg
Mois de vente	Avril
Exportation	100%

source BRL ZNE SCV *tanety 8e*

ITK :

Opération	Mois	Quinzaine	Temps de travaux
semis+epandage	décembre	début	33
sarclage	janvier	début	35
récolte	avril	début	35

gaucho	130 g
semence riz	50 Kg
fumure	2200 Kg

S4-SCV-MnR-fc

Rotation	Maïs+Niebe//Riz
Mode de conduite des cultures	SCV
Niveau d'intensification	Fort

ANNEE 1 : MAIS+NIEBE

Rendement en grains	2500 Kg
Rendement en paille	2500 Kg
Rendement en niebe	330 Kg
Mois de vente	Juin
Exportation	100% graines, 0% pailles

source: BRL ZNE SCV *tanety 1*

ITK :

Opération	Mois	Quinzaine	Temps de travaux
semis+epandage	décembre	fin	30
sarclage+engrais	janvier	début	38
récolte	mai	fin	28

gaucho	100 g
lenthialm	40 g
fumure	3000 kg
urée	70 kg
NPK	130 kg
semence mais	25 kg
semence niebe	10 kg

ANNEE 2 : RIZ

Rendement en grains	2700 Kg
Rendement en pailles	2700 Kg
Mois de vente	Avril
Exportation	100%

Source : BRL ZSE tanety SCV 2e

ITK :

Opération	Mois	Quinzaine	Temps de travaux
semis+epandage	décembre	début	33
sarclage+engrais	décembre	fin	45
récolte	mars	fin	35

gaucho	160 g
semence riz	60 kg
fumure	3700 kg
urée	40 kg
NPK	70kg

S5-SCV-AsSSR-fu

Rotation	Arachide+stylo//stylo//stylo//riz
Mode de conduite des cultures	SCV
Niveau d'intensification	Faible

ANNEE 1 : ARACHIDE + STYLO

Rendement en grains	900 Kg
Mois de vente	Mai
Exportation	100% graines

source BRL ZNE SCV tanety 2°

ITK :

Opération	Mois	Quinzaine	Temps de travaux
semis	janvier	début	33
sarclage	janvier	fin	36
récolte	mai	début	34

lenthialm	130 g
semence arachide	60 kg
semence stylo	3 L

ANNEE 2 ET 3 : JACHERES STYLO

ANNEE 4 : RIZ

Rendement en grains	2600 Kg
Rendement en paille	2600 Kg
Mois de vente	Avril
Exportation	100% graines, 100% pailles

source BRL ZSE tanety SCV 3°

ITK :

Opération	Mois	Quinzaine	Temps de travaux
semis+epandage	Décembre	début	33
sarclage	Décembre	fin	35
récolte	Avril	début	35

gaucho	150 g
semence riz	60 kg
fumure	2000 kg
glyphosate	3 L

S6-labour-RR-fc

Rotation	Riz//Riz
Mode de conduite des cultures	Labour
Niveau d'intensification	Fort

ANNEE 1 : RIZ

Rendement en grains	2800 Kg
Rendement en paille	2800 Kg
Mois de vente	Mai
Exportation	100% graines, 100% pailles

source BRL ZNE labour tanety 2^e

ITK :

Opération	Mois	Quinzaine	Temps de travaux
labour	décembre	Fin	10
hersage	décembre	Fin	2
semis+epandage	décembre	Fin	35
sarclage	janvier	Fin	40
récolte	avril	Fin	34

gaucho	140 g
semence riz	55 kg
fumure	2500 kg
urée	55 kg
NPK	60 kg

ANNEE 4 : RIZ

Rendement en grains	2800 Kg
Rendement en paille	2800 Kg
Mois de vente	Mai
Exportation	100% graines, 100% pailles

source BRL ZNE labour tanety 2^e

ITK :

Opération	Mois	Quinzaine	Temps de travaux
labour	décembre	fin	10
hersage	décembre	fin	2
semis+epandage	décembre	fin	35
sarclage	janvier	fin	40
récolte	avril	fin	34

gaucho	140 g
semence riz	55 kg
fumure	2500 kg
urée	55 kg
NPK	60 kg

S7-labour-JaJaRMAMa-fu

Rotation	Jachère//jachère//Riz//Mais//Arachide//Manioc
Mode de conduite des cultures	labour
Niveau d'intensification	Faible

ANNEE 1 ET 2: JACHERE

ANNEE 3 : RIZ

Rendement en grains	1800 Kg
Rendement en paille	1800 Kg
Mois de vente	Mai
Exportation	100% graines, 100% pailles

source BRL ZNE tanety labour 13^e

ITK :

Opération	Mois	Quinzaine	Temps de travaux
labour	décembre	fin	10
hersage	décembre	fin	6
semis+epandage	décembre	fin	33
sarclage	janvier	fin	35
récolte	avril	fin	35

gaucho	140 g
semence riz	50 kg
fumure	2000 kg

ANNEE 4 : MAIS

Rendement en grains	2400 Kg
Rendement en paille	2400 Kg
Mois de vente	Juin
Exportation	100% graines, 100% pailles

source BRL ZNE labour tanety 8e

ITK :

Opération	Mois	Quinzaine	Temps de travaux
labour	décembre	fin	10
hersage	décembre	fin	6
semis+epandage	janvier	début	30
sarclage	janvier	fin	27
récolte	juin	début	28

gaucho	150 g
semence riz	30 kg
fumure	3000 kg

ANNEE 5: ARACHIDE

Rendement en grains	900 Kg
Rendement en paille	0
Mois de vente	Mai
Exportation	100%

Source : ITK BRL 2008, ZSE

ITK :

Opération	Mois	Quinzaine	Temps de travaux
labour	décembre	fin	10
hersage	décembre	fin	6
semis	janvier	début	33
sarclage	janvier	fin	36
récolte	mai	début	34

Semences arachide	60 g
-------------------	------

ANNEE 5 : MANIOC

Rendement en tubercules	8000 Kg
Mois de vente	indéfini
Exportation	100%

SOURCE DOC N 37 BV LAC ITK STANDARD AVSF

ITK

labour	novembre	fin	7
semis	décembre	début	35
récolte	indéfini		

S8-mixte-MasSSRMRA-fc

Rotation	Manioc+stylo//stylo//stylo//riz//maïs//riz//arachide
Mode de conduite des cultures	mixte
Niveau d'intensification	Fort

ANNEE 1 : MANIOC + STYLO

Rendement en tubercules	8000 Kg
Mois de vente	indéfini
Exportation	100%

SOURCE DOC N 37 BV LAC ITK STANDARD AVSF

ITK

labour	novembre	fin	7
semis	décembre	début	35
semis stylo	janvier	début	8
récolte	indéfini		

SEMENCES STYLO	3 KG
----------------	------

ANNEE 2 ET 3: JACHERES STYLO

ANNEE 3: RIZ

Rendement en grains	2700 Kg
Rendement en paille	2700 Kg
Mois de vente	Avril
Exportation	100% graines

source BRL ZSE tanety SCV 2e

ITK :

Opération	Mois	Quinzaine	Temps de travaux
semis+epandage	décembre	début	33
sarclage+engrais	décembre	fin	45
récolte	mars	fin	35

gaucho	165 g
semence riz	65 kg
fumure	3700 kg
urée	40 kg
NPK	70 kg
glyphosate	3 L

ANNEE 4 : MAIS

Rendement en grains	2500 Kg
Rendement en paille	2500 Kg
Mois de vente	Juin
Exportation	100% graines

source BRL ZNE SCV tanety 1e

ITK :

Opération	Mois	Quinzaine	Temps de travaux
semis+epandage	décembre	Fin	30
sarclage+engrais	janvier	Début	38
récolte	mai	Fin	28

gaucho	90 g
semence maïs	25 kg
fumure	3000 kg
urée	70 kg
NPK	130 kg

ANNEE 6 : RIZ

Rendement en grains	2800 Kg
Rendement en paille	2800 Kg
Mois de vente	Mai
Exportation	100% graines, 100% pailles

source BRL ZNE labour tanety 2^e

ITK :

Opération	Mois	Quinzaine	Temps de travaux
labour	décembre	fin	10
hersage	décembre	fin	2
semis+epandage	décembre	fin	35
sarclage	janvier	fin	40
récolte	avril	fin	34

gaucho	140 g
semence riz	55 kg
fumure	2500 kg
urée	55 kg
NPK	30 kg

ANNEE 7 : ARACHIDE

Rendement en grains	900 Kg
Rendement en paille	0
Mois de vente	Mai
Exportation	100%

Source : ITK BRL 2008, ZSE

ITK :

Opération	Mois	Quinzaine	Temps de travaux
labour	Décembre	fin	10
hersage	Décembre	fin	6
semis	Janvier	début	33
sarclage	Janvier	fin	36
récolte	Mai	début	34

Semences arachide	60 g
-------------------	------

S9-mixte-MasSSRMRA-fu

Rotation	Manioc+stylo//stylo//stylo//riz//maïs//riz//arachide
Mode de conduite des cultures	mixte
Niveau d'intensification	Faible

ANNEE 1 : MANIOC + STYLO

Rendement en tubercules	8000 Kg
Mois de vente	indéfini
Exportation	100%

SOURCE DOC N 37 BV LAC ITK STANDARD AVSF

ITK

Opération	Mois	Quinzaine	Temps de travaux
labour	novembre	fin	7
semis	décembre	début	35
semis stylo	janvier	début	8
récolte	indéfini		

SEMENCES STYLO	3 KG
----------------	------

ANNEE 2 ET 3: JACHERES STYLO

ANNEE 3: RIZ

Rendement en grains	2000 Kg
Rendement en paille	2000 Kg
Mois de vente	Avril
Exportation	100% graines

source BRL ZNE tanety SCV 8e

ITK :

Opération	Mois	Quinzaine	Temps de travaux
semis+epandage	décembre	début	33
sarclage	janvier	début	35
récolte	avril	début	35

gaucho	130
semence riz	50
fumure	2200

ANNEE 4 : MAIS

Rendement en grains	2500 Kg
Rendement en paille	2500 Kg
Mois de vente	Juin
Exportation	100% graines

source BRL ZNE SCV tanety 7e

ITK :

Opération	Mois	Quinzaine	Temps de travaux
semis+epandage	décembre	fin	30
sarclage	janvier	fin	27
récolte	mai	fin	28

gaucho	110
semence mais	25
fumure	2300

ANNEE 6 : RIZ

Rendement en grains	1800 Kg
Rendement en paille	1800 Kg
Mois de vente	Mai
Exportation	100%

source BRL ZNE labour tanety 13^e

ITK :

Opération	Mois	Quinzaine	Temps de travaux
labour	décembre	Fin	10
hersage	décembre	Fin	6
semis+epandage	décembre	Fin	33
sarclage	janvier	Fin	35
récolte	avril	Fin	35

gaucho	140
semence riz	50
fumure	2000

ANNEE 7 : ARACHIDE

Rendement en grains	900 Kg
Rendement en paille	0
Mois de vente	Mai
Exportation	100%

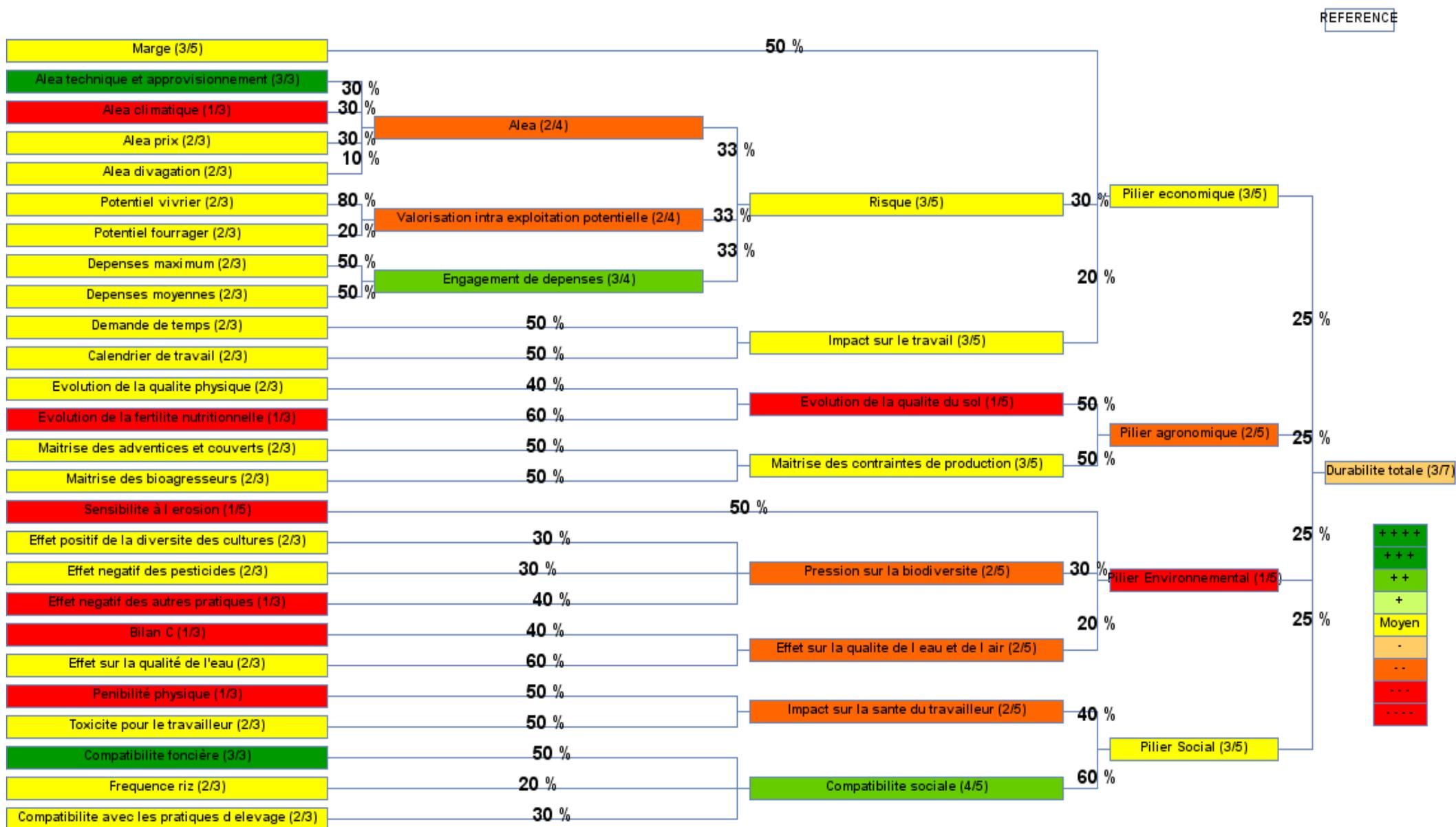
Source : ITK BRL 2008, ZSE

ITK :

Opération	Mois	Quinzaine	Temps de travaux
labour	décembre	fin	10
hersage	décembre	fin	6
semis	janvier	début	33
sarclage	janvier	fin	36
récolte	mai	début	34

Semences arachide	60 g
-------------------	------

Annexe 7 : Graphique synoptique, exemple du système de référence



Date : 22 janvier 2013

Lieu : Amparihitsokatra

Personnes présentes : Elsa, Rivo, membres du groupement du village (environ 15 personnes), Ninon.

Objectifs de la réunion : L'objectif était de connaître l'avis et le ressenti des producteurs sur les notions de durabilité. L'idée était de confronter leur point de vue concernant la durabilité des systèmes qu'ils pratiquent aux résultats des évaluations.

La réunion s'est déroulée en plusieurs parties :

- Présentation du travail réalisé dans le cadre du stage : L'objectif a été d'évaluer la durabilité des systèmes de production mis en place au lac à partir de plusieurs critères appartenant aux 4 dimensions de la durabilité : agronomique, sociale, environnementale et économique. Dans ce travail, en plus des préoccupations premières des agriculteurs (bénéfices, dépenses, fertilité du sol, autoconsommation...), des critères moins immédiats ont été pris en compte, tels que la santé du travailleur liée à la toxicité des produits phytosanitaires, la biodiversité, l'érosion, la maîtrise de l'aléa climatique... L'objectif de la réunion était de leur expliquer pourquoi nous avons pris en compte ces critères, en quoi ils entrent dans la notion de durabilité et de recueillir leur opinion sur ces critères.
- Description de trois systèmes de culture simples et réels.
- Animation : discussion collective pour estimer la note attribuée à chaque pilier de la durabilité pour chaque système.
- Présentation des résultats des évaluations pour les comparer aux notes qu'ils attribuent d'eux même.

Première partie : discussion sur les notions de durabilité.

Agronomique : Sur les tanety, ils remarquent que cultiver du riz tous les ans provoque une forte baisse de fertilité. Ils pratiquent des rotations avec de l'arachide par exemple, ou bien ils cultivent du riz en saison et du maraichage en contre saison, haricot, tomates... Ils trouvent que la fertilité augmente lorsqu'ils intègrent de la dolique ou du stylo dans leur rotation. En revanche, ils ont remarqué que l'apport de fertilisant chimique dégradait les sols, et qu'il valait mieux utiliser des légumineuses.

Social : Ils ont conscience de l'impact des produits chimiques sur leur santé, ils pensent que leurs aînés avaient une espérance de vie supérieure car ils n'utilisaient pas de produits chimiques. Ils n'utilisent aucune protection contre la toxicité des produits, ni gants ni masque ; car ils ne savent pas où ils pourraient en acheter et ils n'ont pas l'habitude d'en mettre. Ils ont aussi des problèmes d'approvisionnement en semences, ce qui complique la mise en place d'un système avec couverture. Cela ne constitue pas seulement une difficulté économique mais surtout un problème de faisabilité.

Environnement : Ils reconnaissent être confrontés à des problèmes d'érosion. Tous les ans, ils labourent avec des charrues et quand il pleut l'eau emporte des parties de sol. Ils semblent avoir conscience que le zéro labour est meilleur du point de vue de l'érosion.

Cependant, le SCV présente un inconvénient important, à cause du manque d'eau, la couverture ne pousse pas suffisamment, et ne maintient pas l'humidité du sol sur les tanety. Ils ont donc labouré des parcelles qui étaient en SCV pour relancer la saison car la couverture n'était pas suffisante. Ils attendent de récolter leur culture de contre saison avant de semer la légumineuse et il n'y a souvent plus assez d'eau. (Interprétation : problème de calendrier cultural avec le maïs associé, ne permet pas de mieux maîtriser l'aléa climatique)

Présentation des résultats :

Notes attribuées par les agriculteurs pour trois systèmes simples : riz tous les ans, labour / maïs associé suivi de riz en SCV / système avec jachère de stylo suivi de riz en SCV. L'exercice consistait en l'évaluation « très bon », « bon », « mauvais », « très mauvais », « moyen » de ces systèmes.

	Riz tous les ans, labour		Maïs+légumineuse//riz SCV		Arachide/Jachère de stylo 2 ans/riz SCV	
	AGRI	RESULTATS	AGRI	RESULTATS	AGRI	RESULTATS
tena tsara						A, T
Tsara	S	S	A, E, T	A, E, T	A, E, T	
Antonomy	T	E	S		S	E, S
Ratsy	E	A		S		
Tena ratsy	A	T				

Agronomika : A Ekonomika : E Tontolo iainana : T Sosialy : S

Riz/riz : Agronomique, fertilité ça ne marche pas, Economique, les bénéfices diminuent au fur et à mesure des années. Ils doivent dépenser (risque) mais ils n'ont pas assez de rendement pour compenser les frais. Ce n'est pas vraiment rentable. Environnement, moyennement sensible à l'érosion car le riz protège le sol quand il pousse mais il faut quand même faire une culture en contre saison pour limiter l'érosion. Ce n'est pas un système très compliqué, pas de produits chimiques, pas de problèmes sociaux, le seul problème qu'il y a c'est de trouver du matériel pour le labour, très difficiles à avoir, chers.

Maïs + légumineuse // Riz SCV : Agronomique, Il n'y a pas beaucoup de mauvaises herbes lorsqu'il y a une couverture, donc les adventices ne sont pas un problème. La fertilité est bonne. Economiquement, c'est rentable parce qu'on ne laboure plus, ce qui implique moins de frais, et on récolte deux cultures, maïs et la dolique. Erosion, protégé ! Social, au début c'est difficile et après ça va. Couverture vivante la plus simple, mais avec couverture morte c'est plus compliqué, difficile de trouver des bozakas. S'il y a de l'eau la dolique ce n'est pas pénible, mais s'il n'y a pas assez d'eau la dolique ne pousse pas assez pour faire une bonne couverture.

SCV à base de stylo: Agronomique, la fertilité est améliorée. Le problème qu'ils rencontrent concerne l'approvisionnement en semences de stylo. Economique, il parviennent à vendre les graines de stylo donc ce n'est pas un problème d'avoir une jachère de stylo et donc de ne pas avoir de cultures vivrières. Environnement, diminution des problèmes d'érosion car le stylo protège le sol.

Remarques sur les graphiques :

D'une manière générale, ils approuvent les comparaisons faites. Ils confirment que les systèmes en SCV sont plus rentables, notamment avec le maïs associé, car il y a deux produits à vendre à la fin de la saison. Selon eux, le système avec du stylo est le meilleur car il est rentable et améliore la qualité du sol, mais le problème d'approvisionnement en semences et de prix des semences est très important.

Conclusion :

Ils semblent comprendre la notion de durabilité. Ils ont conscience de l'intérêt des SCV pour les problèmes d'érosion et pour augmenter la fertilité avec des légumineuses. Ils pratiquent cependant des labours ponctuels dès qu'il y a un « souci ». Ils ont conscience de la non-durabilité d'un système à base de riz tous les ans.

Difficultés rencontrées : expliquer le pilier social. Ils comprennent le critère santé du travailleur, mais moins le critère compatibilité sociale. Ils assimilent l'aspect social aux problèmes d'approvisionnement en semences, à la facilité de mettre en œuvre le système par rapport à leurs habitudes...

Nous avons fait le choix de ne pas comparer trop de systèmes, car les nuances entre les systèmes ne sont souvent pas assez franches.

Date : 24 janvier 2013

Lieu : Mahatsara

Personnes présentes : Elsa, Rivo, Lalaina, 7 agriculteurs, Ninon.

Durée de la réunion : 2 heures

Objectifs de la réunion : L'objectif était de connaître l'avis et le ressenti des producteurs sur les notions de durabilité. L'idée était de confronter leur point de vue concernant la durabilité des systèmes qu'ils pratiquent aux résultats des évaluations.

La réunion s'est déroulée en plusieurs parties :

- Présentation du travail réalisé dans le cadre du stage : L'objectif a été d'évaluer la durabilité des systèmes de production mis en place au lac à partir de plusieurs critères appartenant aux 4 dimensions de la durabilité : agronomique, sociale, environnementale et économique. Dans ce travail, en plus des préoccupations premières des agriculteurs (bénéfices, dépenses, fertilité du sol, autoconsommation...), des critères moins immédiats ont été pris en compte, tels que la santé du travailleur liée à la toxicité des produits phytosanitaires, la biodiversité, l'érosion, la maîtrise de l'aléa climatique... L'objectif de la réunion était de leur expliquer pourquoi nous avons pris en compte ces critères, en quoi ils entrent dans la notion de durabilité, et de recueillir leur opinion sur ces critères. Discussion autour de ce qu'ils entendent par durabilité. L'importance relative de la marge et du risque économique pris pour la mise en place de la culture.
- Description de quatre systèmes de culture simples et réels. Riz tous les ans labour, système de référence, Mais dolique //riz en SCV, SCV arachide+stylo//stylo//stylo//riz.
- Animation : discussion collective pour estimer la note attribuée à chaque pilier de la durabilité pour chaque système.
- Présentation des résultats des évaluations pour les comparer aux notes qu'ils attribuent d'eux même.

Première partie : discussion sur les notions de durabilité.

Durabilité : Dans un premier temps, le terme durabilité n'a pas été compris, sans doute dû à un problème de vocabulaire employé par Rivo. Ils ont d'abord décrit un système durable comme un système qui durait dans la saison, un système riz avec une contre-saison, ou un système avec une couverture vive était alors durable comparé à un système riz en monoculture où le sol était couvert que de novembre à mai. Après leur avoir expliqué ce que l'on entendait par durabilité, plusieurs discours sont apparus. L'un d'entre eux a dit qu'il associait la durabilité à la pénibilité. Pour un autre la durabilité est la possibilité pour les futures générations de continuer de cultiver les mêmes parcelles qu'aujourd'hui. Ils se sont aussi entendus pour dire que l'agriculture sur les tanety n'était pas durable. Avant, ils cultivaient une parcelle quelques années et après ils ne pouvaient plus la cultiver car plus rien ne poussait, ce n'était pas durable. A présent, avec les formations et les sensibilisations qu'ils ont reçu, ils disent avoir compris qu'en pratiquant autrement, il était possible de toujours cultiver les mêmes parcelles tous les ans. Ils reconnaissent qu'auparavant la production était leur principal intérêt, mais que maintenant la durabilité leur semble également très importante. La production et la durabilité sont deux notions « complémentaires » selon eux.

Agronomique : Ils ont remarqué que la fertilité diminuaient fortement sur les tanety lorsqu'une monoculture était en place. C'est pour cette raison, qu'ils font des rotations pour améliorer la fertilité du sol. Ils ont remarqué aussi qu'il y avait moins d'adventices avec une couverture du sol.

Social : En ce qui concerne la toxicité des produits qu'ils emploient, ils ne pensent pas qu'il y ait des conséquences sur leur santé. Ils n'en ont pas constaté, (« parfois ils ont la grippe, ou l'appendicite mais ils

ne savent pas si c'est dû aux produits »). Dans ce village, ils n'utilisent pas de protection. Ils s'inquiètent cependant pour les consommateurs de légumes. Ils disent qu'ils traitent les tomates avec des produits et que si la tomate est mal lavée alors là cela peut être dangereux pour celui qui la mange. Selon eux, le vrai risque des pesticides est pour celui qui consomme la production traitée. En ce qui concerne la pénibilité des opérations : tous les travaux sont pénibles, surtout la première fois qu'on fait l'opération. Ils trouvent que « avant » c'était plus pénible encore, parce qu'il fallait tout le temps changer de parcelle. Alors qu'en SCV, le travail est moins pénible qu'en système labour. Cependant, ils trouvent que le semis sur sol couvert est plus compliqué, de même que la récolte du maïs lorsqu'il est associé à la dolique, car il faut faire attention à la couverture pendant la récolte. Au contraire, il est moins pénible de sarcler à la main en SCV car il y a moins de mauvaises herbes, alors que le sarclage à la bêche en traditionnel est très très pénible. Ils ont aussi abordé le problème des moqueries qui existent lorsque une personne est en SCV, parce qu'ils pensent que c'est très compliqué et qu'il ne va pas y arriver et ils ne comprennent pas pourquoi il ne cultive rien sur sa parcelle. Ils ont aussi avancé d'eux même le problème de la divagation pour les systèmes avec du stylo surtout. Des moqueries et des conflits importants apparaissent à cause de la divagation des zébus. Cela est dans les deux sens, d'une part ceux qui font des SCV reprochent à ceux qui n'en font pas de faire pâturer leur zébus sur les parcelles SCV de stylo par exemple ; d'autre part, les exploitants en SCV ne peuvent plus faire pâturer leurs propres zébus sur leurs parcelles (ils doivent donc aller chez le voisin...) donc c'est un frein pour mettre en place les SCV.

Environnement : Ils ont remarqué que les tanety étaient très sensibles à l'érosion. Ils racontent que quand ils labourent pour implanter du manioc, dès qu'une pluie tombe cela emporte toute la terre, et ils ne peuvent alors plus cultiver. Ils quittent donc la parcelle pour une autre... Maintenant, certains mettent de la vesce par exemple et ils remarquent que ça protège les sols et les fertilise. Selon eux, le mode d'agriculture et l'environnement sont deux choses « dépendantes ». Si l'agriculteur a la bonne technique le sol est protégé, si l'agriculteur laboure tout le temps le sol est exposé à l'érosion. Ils ne voient pas d'autres conséquences des pratiques et des cultures sur l'environnement.

Economique : Au sujet du risque pris pour mettre en place une culture ou un système, ils parlent de temps, d'argent et aussi d'énergie. Par exemple, parfois il faut aménager la parcelle (canaux...), cela coûte de l'argent mais surtout beaucoup de temps et d'énergie pour changer leurs pratiques leurs habitudes. La mise en place des SCV est très pénible, mais ils pensent que ce sera beaucoup moins pénible les années suivantes. La pénibilité de la mise en place de la culture n'est alors pas vraiment un frein. Ils disent que les dépenses qu'ils doivent engager pour cultiver sont un facteur très important, car il faut tout le temps de l'argent pour mettre en place une parcelle. Néanmoins, leur objectif est d'obtenir le meilleur rendement et la meilleure marge. Ils pensent donc que quand on veut obtenir un bon rendement, il faut nécessairement dépenser au démarrage. Après, bien sûr ils admettent que quand ils n'ont pas les fonds, ils se débrouillent autrement. Si tu investis beaucoup, tu récoltes beaucoup. Ils préfèrent alors dépenser beaucoup et avoir une bonne marge, plutôt que de ne pas investir et avoir un rendement mauvais.

Présentation des résultats :

Notes attribuées par les agriculteurs pour quatre systèmes simples : riz tous les ans, labour / maïs associé suivi de riz en SCV / système de référence paysan riz/maïs/arachide, système avec jachère de stylo suivi de riz en SCV. L'exercice consistait en l'évaluation « très bon », « bon », « mauvais », « très mauvais », « moyen » de ces systèmes. Sur le tableau ci-dessous figurent aussi les résultats obtenus dans le précédent village.

Riz tous les ans, labour	Mais+légumineuse//riz SCV	Riz/Mais/arachide labour	Arachide/Jachère de stylo 2 ans/riz. SCV
--------------------------	---------------------------	--------------------------	--

	A.	M.	Res.	A.	M.	Res.	A.	M.	Res.	A.	M.	Res.
tena tsara											A, T	A, T
Tsara	S		S	A, E, T	A, E, T	A, E, T				A, E, T	E	
Antonomy	T		E	S	S		A, E, S	E, S	S			E, S
Ratsy	E	E, A, T	A			S	T	A			S	
Tena ratsy	A		T					T				
Agronomika : A	Ekonomika : E			Tontolo tainana : T			Sosialy : S					

Riz/riz : Agronomique, fertilité ça ne marche pas, Economique, les bénéfiques sont bons la première année puis diminuent au fur et à mesure du temps. Ce n'est pas rentable. Environnement, fortement sensible à l'érosion mais cela dépend de la qualité du sol et de son inclinaison.

Mais + légumineuse // Riz SCV : Agronomique, Il n'y a pas beaucoup de mauvaises herbes lorsqu'il y a une couverture, donc les adventices ne sont pas un problème. La fertilité est bonne. Mettre du maïs et une légumineuse la première année est très bien pour le sol, car le maïs le décompacte et la légumineuse améliore la fertilité, mais ils pensent que les années suivantes il faut mettre du stylo. Quand il fait chaud, ils ont remarqué que la dolique perdait ses feuilles, et qu'ainsi le soleil atteignait le sol, la couverture n'est pas très bonne. Ils préfèrent le stylo et une autre légumineuse (tseys ? sur baibo). Economiquement, c'est rentable parce qu'on récolte deux cultures, maïs et la dolique. Et grâce à la dolique les rendements de maïs sont plus importants. Erosion, protégé ! Social, au début c'est difficile et après ça va.

SCV à base de stylo: Agronomique, la fertilité est améliorée. Ils s'accordent pour dire que c'est le meilleur système, la meilleure couverture, le plus « durable ». Le problème, selon eux, ce sont les attaques de rats. Economique, des gens achètent les graines de stylo. Et ils ajoutent, que de toute façon quand la personne décide de mettre une jachère de stylo elle s'est préparée à ne pas avoir de productions à vendre pendant deux ans, l'objectif du stylo est de fertiliser. Donc ce n'est pas un problème d'avoir une jachère de stylo et donc de ne pas avoir de cultures vivrières, dans le cas où la personne a plusieurs parcelles. Ils précisent que pour quelqu'un qui n'a qu'une parcelle ce n'est pas rentable de mettre deux années de jachère de stylo. Environnement, diminution des problèmes d'érosion car le stylo protège le sol. Social, ce n'est pas très durable selon eux à cause des conflits liés à la divagation des zébus, beaucoup de disputes et de problèmes.

Système référence, riz//maïs//arachide en labour : Agronomique, Ils trouvent que c'est mieux que riz tous les ans pour l'agronomique parce qu'ils font une rotation avec une légumineuse. Environnement, Ils pensent aussi que c'est moins sensible à l'érosion.

Autres remarques:

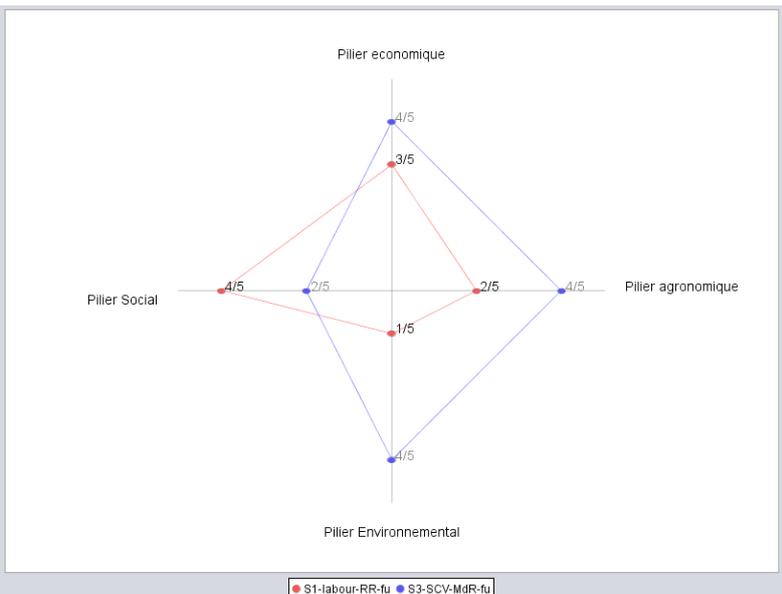
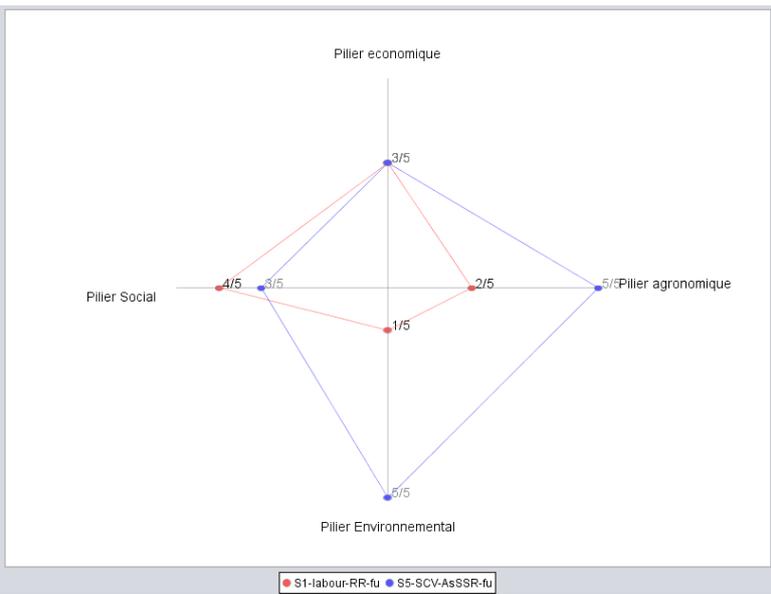
- Les SCV permettent une meilleure organisation du temps de travail, car ils peuvent mettre en place la couverture sur tanety d'abord puis aller s'occuper de leurs rizières.
- Les couvertures mortes sont très compliquées, difficultés pour trouver des couvertures et pour les transporter. En effet, ils vont chercher des bozakas (herbes) pour couvrir leur parcelle.
- Ils revendent les semences de stylo au projet, à BRL (dernière fois c'était en novembre dernier)
- Ils font des systèmes du type Mais+dolique//riz/stylo//riz/stylo//riz/stylo....

Interprétation des résultats comparés à leur point de vue.

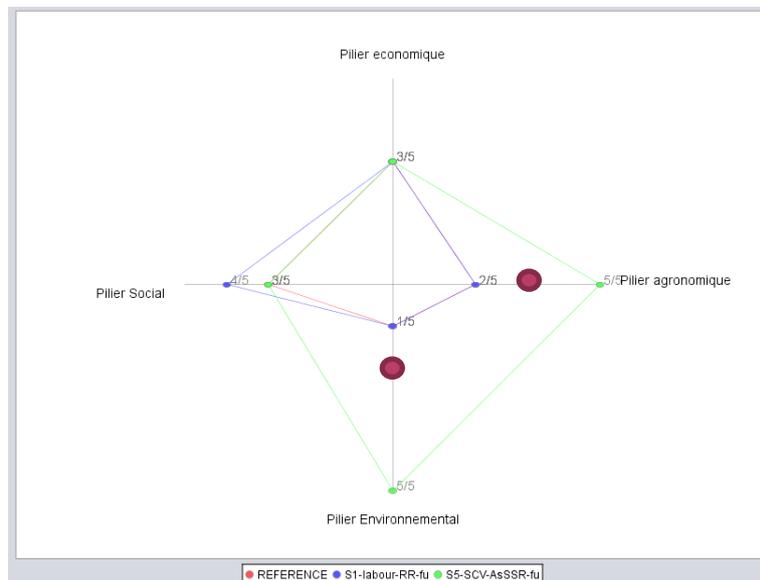
D'une manière générale, ils approuvent les comparaisons faites. Ils confirment que les systèmes en SCV sont plus rentables. Selon eux, le système avec du stylo est le meilleur car il est rentable et améliore la qualité du sol, mais le problème de rats et de divagation est non négligeable.

On remarque par exemple pour le système à base de stylo, que l'évaluation faite par les agriculteurs est semblable à celle obtenue par l'outil, mais que la dimension sociale est encore moins bien notée...

On leur a montré ces deux graphiques (ci-dessous), ils ont dit être d'accord avec ces résultats, que cela correspondait à ce qu'ils pensaient et à ce qu'ils remarquaient. (On pensait au début que cette représentation était trop compliquée, mais en réalité c'est la plus visuelle, et ils n'ont pas eu de difficultés à comprendre les comparaisons avec les notes sur 5.)



Cependant, lorsque nous leur avons demandé de donner leur évaluation du système de référence riz//mais//arachide par rapport au système riz tous les ans, ils ont tous donné des notes supérieures au système de référence pour les dimensions agronomiques et environnementales.



- Note mise par les agriculteurs pour le système REFERENCE, 2/5 pour l'environnement et 3/5 pour l'agronomie, pareil pour les deux autres piliers.

En attribuant ces notes, ils valorisent la rotation et l'intégration d'une légumineuse.

Conclusion :

Ils semblent comprendre la notion de durabilité. Ils ont conscience de l'intérêt des SCV pour les problèmes d'érosion et des légumineuses pour augmenter la fertilité et de la non durabilité d'un système à base de riz tous les ans. Ils considèrent plus durable un système riz//maïs//arachide, grâce à la rotation.

Difficultés rencontrées : expliquer le pilier social. Ils comprennent le critère santé du travailleur, mais moins le critère compatibilité sociale. Dans l'autre village, ils assimilaient l'aspect social aux problèmes d'approvisionnement en semences, à la facilité de mettre en œuvre le système par rapport à leurs habitudes... Ici, ils parlent des problèmes de divagation d'eux même, ce qui peut nous faire penser que ce sont des problèmes importants également. Mais il reste néanmoins difficile d'expliquer la manière dont on a considéré l'aspect social. Cette observation me fait me demander si on a bien considéré des critères sociaux perceptibles et représentatifs des contraintes sociales des paysans. Ne pas pouvoir leur expliquer signifie que nous sommes un peu à côté de leur ressenti. Néanmoins, si nous n'avons pas intégré certains critères relationnels sociaux (compatibilité, moqueries...) c'était surtout par manque d'objectivité dans l'expertise. Nous avons eu cette discussion avec Tsito, nous nous sommes accordés à dire que bien que les aspects sociaux peuvent être très importants (freins à la diffusion...), ils variaient d'un village à un autre, d'une région à une autre, et n'étaient pas facilement appréhendables pour ce genre d'évaluation de la durabilité.

Nous avons renouvelé le choix de ne pas comparer trop de systèmes, car les nuances entre les systèmes ne sont souvent pas assez franches. Nous avons cependant aussi discuté du système de référence en comparaison au système riz chaque année. Cela amène à 4 le nombre de systèmes que nous avons présentés. Il était nécessaire de rester à ces systèmes simples pour ne pas trop embrouiller les producteurs.

Réunion très animée, chaque participant a pris la parole pour donner son avis et rebondir par rapport à l'avis de son voisin. Les agriculteurs ont aussi beaucoup partagé entre eux, sur des expériences (problème de divagation notamment...). Très constructif et enrichissant. =)