



REPOBLIKAN'I MADAGASIKARA
Tanindrazana - Fahafahana – Fandrosoana

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DE L'ÉLEVAGE ET DE LA PÊCHE

PROJET DE MISE EN VALEUR ET DE PROTECTION
DES BASSINS VERSANTS AU LAC ALAOTRA
(BV ALAOTRA)



Document de travail BV lac n° 95

**Conception d'un outil d'évaluation multicritères de la
durabilité des systèmes de culture.**
Adaptation et utilisation dans le contexte du Lac Alaotra.

N. Sirdey, M. Sester, E. Scopel

Décembre 2012

Introduction	3
I. Contexte-Objectifs-Définitions	4
1. Origine de ces travaux.....	4
2. Une réponse à des problématiques	4
3. Un double enjeu.....	5
4. Concepts-Définitions.....	5
5. Cadres de l'évaluation.....	7
6. Bilan	8
II. Principes de l'évaluation multicritère et utilisation de DEXi	9
1. Conception de l'arbre d'agrégation	9
2. Définition des règles d'agrégation	9
3. Elaboration des indicateurs	10
4. Performance des agrégations	11
III. Conception du modèle d'évaluation de la durabilité des systèmes de culture : MASC-Mada	11
1. Problématique	11
2. Démarche de conception	12
a. Présentation de la zone d'étude.....	12
b. Méthode participative	12
3. Elaboration de l'arbre	13
4. Premières utilisations	17
5. Bilan	17
IV. Adaptation du modèle au contexte du Lac Alaotra	18
1. Présentation de la zone d'étude	18
2. Quels objectifs d'utilisation ?.....	19
a. Un travail d'animation	19
b. Un support de discussion	19
c. Un support d'animation auprès des agriculteurs	20
3. Démarche-Méthode.....	20
a. Travail sur les performances de l'outil d'évaluation.....	21
b. Contextualisation de l'outil au Lac Alaotra	21
c. Choix des systèmes de culture	22
d. Evaluation multicritères.....	22
e. Discussion et animation avec les agriculteurs	22
4. Bilan	23
Conclusion	23

Introduction

A 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, ces 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). A présent, un des défis majeurs 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, 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, mais aussi plus réalistes. Dans cette optique, des systèmes innovants basés sur l'Agriculture de Conservation (AC) ont été diffusés à Madagascar. La diffusion de tels systèmes de culture requiert la compréhension préalable des mécanismes de prise de décision des paysans qui essaient d'assurer leur subsistance. La 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 » (Nambeta, 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.

Un premier stage a été effectué en 2010 dans le cadre de la tâche 4 du projet PEPITES qui a pour but de développer des outils d'évaluation des systèmes de cultures innovants. Ce stage a conduit en la mise en place d'un modèle appliqué aux systèmes de culture basés sur le riz pluvial dans le Vakinankaratra (Hautes-Terres centrales de Madagascar). Si cette région est 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. En continuité de ce premier stage, un travail est en cours sur l'adaptation de la première version de l'outil au contexte du lac Alaotra et son application dans cette région où de nombreuses références paysannes existent. La région du lac fait en effet l'objet de nombreux travaux 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.

Dans ce document, nous présenterons la démarche de conception de l'outil : d'abord, les grands principes de l'agrégation multicritères et les outils que nous avons utilisés, puis le travail réalisé au cours du premier stage avec la conception de la première version de MASC-Mada et enfin les objectifs spécifiques et la méthode qui est employée pour son adaptation au Lac Alaotra.

I. Contexte-Objectifs-Définitions

1. *Origine de ces travaux*

C'est dans le cadre des objectifs émis par l'équipe SCRiD, que l'idée du projet d'évaluation multicritères est apparue. L'équipe SCRiD est composée de chercheurs du CIRAD, du FOFIFA et de l'université d'Antananarivo travaillant dans plusieurs disciplines sur les problématiques liées à la riziculture pluviale. Alors que chaque question principale est adressée à une discipline particulière (agronomie, économie...), des questions dites « transversales » nécessitent l'implication de plusieurs branches de la recherche. Une des questions transversales porte sur la réflexion autour de la conception d'un outil d'évaluation multicritère. L'idée était de monter un travail « multi-acteurs » engageant la « mutualisation des connaissances » (Benkerrou, 2011) de chaque discipline. Il s'agissait en premier lieu d'un outil d'animation permettant aux différents chercheurs de partager leurs connaissances acquises sur les mêmes systèmes de culture. 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.

Cette question de durabilité des systèmes de culture a donc été intégrée à 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).

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 de terres en riziculture irriguée par exploitation diminue au fil des générations. Ces contraintes amènent les paysans malgaches à exploiter depuis 1980 les « 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 (fertilité des sols, bio-agresseurs) et écologique (érosion importante).

Pour répondre à ces contraintes de mise en culture, 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 (Tafa, GSDM...) dans le monde 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 à priori afin d'évaluer l'impact de prototype ou à posteriori, dans le but de considérer les

systèmes en cours de diffusion. Cet outil devra permettre d'apprécier la durabilité de différents types de systèmes de cultures innovants et traditionnels.

L'Élargissement 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 le SCV sont présentés comme garantissant une forte efficacité en termes de diminution des pertes en sol, d'augmentation de la fertilité des terres, ou encore en termes de maîtrise des adventices. Toutes ces démonstrations s'intègrent dans une dimension agronomique du système de culture. C'est pourquoi, l'idée est d'aller au-delà de la « durabilité agronomique » ; souvent implicite quand l'on parle d'évaluation d'un système de culture ; et de regarder l'impact du système sur les autres dimensions englobant la seule échelle de la parcelle.

Le regard sur le système s'élargit donc afin de ne plus considérer seulement l'influence du système sur la capacité future du sol à produire, mais également sur la capacité d'expansion économique ou d'acceptabilité sociale.

3. Un double enjeu

L'objectif général de ce modèle d'évaluation est double. Nous verrons en détail le contenu de chaque objectif et son explication dans la dernière partie.

- Au niveau du collectif de chercheurs : il a pour but de créer une animation entre chercheurs. Chaque chercheur va apporter ses connaissances dans sa propre discipline pour répondre à une question scientifique commune. Alors que les études sont généralement présentées les unes après les autres de façon indépendante, cet outil va permettre de rassembler des données et des résultats obtenus dans plusieurs disciplines. En plus de les rassembler, il va aussi permettre de les agencer entre eux afin de donner un sens à l'ensemble.
- Au niveau de l'utilisation du modèle : Il a pour but de permettre la comparaison des systèmes. Les forces et les faiblesses de chacun d'entre eux pourront alors être mises en avant, ce qui encouragera une discussion sur les leviers à actionner pour rendre ces systèmes plus efficaces.

4. Concepts-Définitions

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.

Suite à cela, plusieurs définitions du développement durable ont vu le jour. On peut citer celle de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement de Rio en 1992 : le développement durable est « un développement qui répond aux besoins du présent sans

compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs propres besoins ». On peut dire que cette définition est globalement admise, mais elle est suffisamment ouverte pour permettre de multiples interprétations et compléments.

Le développement durable est communément décomposé en trois grands axes : environnemental, économique et social.

- La durabilité environnementale 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 vivable et riche est comprise dans cette dimension.
- La durabilité économique 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 viable.
- Enfin, la durabilité sociale 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 en 1997 expose des notions de durabilité qui apparaissent très proches des problématiques qui se sont affirmées dans la conception de l'arbre de durabilité. 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 satisfait 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 ; et 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.

Ces définitions permettent d'illustrer la notion de durabilité que nous avons considérée dans la conception du modèle d'évaluation.

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, 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 évaluation, une intention particulière a été apportée pour ne pas évaluer les systèmes de culture de manière autocentrée, c'est-à-dire ne pas évaluer le système de culture strict selon une unique approche de durabilité « restreinte ». Pour considérer les niveaux d'organisation englobant (exploitations, filières, sociétés...), l'évaluation prend aussi en compte la durabilité dite « étendue ».

5. Cadres de l'évaluation

OBJET-EHELLES-TOPOGRAPHIE

Dans ce modèle, l'objet étudié est le système de culture. Ainsi, il faudra veiller à réfléchir à l'efficacité des systèmes de culture en prenant le problème dans le bon sens. C'est-à-dire étudier l'impact de la mise en place d'un système sur son contexte, et non l'influence du contexte sur la mise en place du système. Néanmoins, alors que l'on étudie le système de culture, le travail se situe à plusieurs niveaux d'échelles. Par exemple, tandis que la durabilité économique va se positionner à une échelle exploitation, la durabilité sociale va englober quant à elle des préoccupations à l'échelle de la communauté, du village, voire de la région. L'intérêt du modèle réside dans cette multitude d'échelles considérées, le modèle en devient plus global et donc plus réaliste.

D'autre part, le travail ainsi effectué se limite aux cultures pluviales. On se restreint donc à l'étude de deux zones de la toposéquence :

- Les « tanety » : collines environnant les plaines de bas-fonds du Lac Alaotra
- Les « baiboho » : sols riches alluvionnaires, de plaine ou de bas de pente, avec accès facile à l'eau des nappes phréatiques

L'ÉVALUATION DE LA DURABILITE

Dans notre cas, on évalue un nombre fini d'options. Selon Sadok et al. (2008), cette situation appartient à la famille des MADM (Multi Attributes Decision Methods). Ainsi, le modèle malgache est construit suivant les caractéristiques des MADM ; c'est-à-dire qu'on utilise une démarche multicritère consistant à décomposer un problème complexe en concepts plus simples. On agrège ainsi des critères de dimension différente renseignés par des données qui peuvent être aussi bien quantitatives que qualitatives.

Selon Goulet (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. MASC 1.0 est un outil d'évaluation multicritère et multi acteurs de la durabilité des systèmes innovants conçu par des chercheurs français. Les préoccupations avancées sont donc celle rencontrées dans le contexte des pays européens occidentaux. 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. Le manque de contextualisation a conduit à une évaluation peu efficace. C'est pourquoi dans le cadre de ce travail, le modèle est conçu ex nihilo de manière à garantir une adaptation maximale aux conditions tant de milieu physique qu'humain (acteurs locaux).

Selon Froger et Oberti (2002), pour compenser la divergence des priorités aux 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, de mettre en place une méthode et de la mettre en œuvre.

Ainsi la démarche employée pour la réalisation de ce modèle d'évaluation est participative. Dit « 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 évocateur et consensuel possible. La démarche participative conditionnera l'acceptabilité du modèle.

En résumé, notre évaluation de la durabilité se veut *contextualisée, participative et multicritères*.

SYSTEMES ETUDIES : DEFINITIONS

Ce modèle va permettre d'évaluer différents types de systèmes de culture: les systèmes conventionnels, les systèmes de culture en semis direct sur couvert végétal (SCV) et les systèmes de cultures innovants (SCI) mis en évidence dans cette région. Pour cette étude, nous considérerons les définitions suivantes des systèmes de cultures.

Systèmes de culture en semis direct sur couverture végétale (SCV):

Les systèmes SCV sont des systèmes qui reposent sur les trois grands principes de base de l'Agriculture de Conservation (AC) (FAO, 2012) :

- Limitation voire abandon du travail du sol
- Protection physique du sol par une couverture permanente ou semi-permanente morte (mulch de résidus de récolte et/ou d'une plante de service) ou vivante (plante de service)
- Combinaison d'espèces cultivées dans le temps (rotation) et dans l'espace (association)

Ainsi, dans notre étude les systèmes de cultures pratiqués en milieu paysan satisfaisant ces trois principes de base seront considérés SCV. Par exemple, un système respectant ces trois principes mais modifiant les écartements de semis préconisés dans les recommandations SCV, sera tout de même considéré comme un système en SCV.

Systèmes innovants (SCI) :

Les SCI sont le résultat de l'adoption d'une partie des techniques SCV, intégrées aux systèmes de cultures conventionnels. Un système est dit innovant lorsque l'exploitant respecte une partie seulement des trois principes. Cela peut être par exemple, un système de culture où des rotations sont intégrées, où le travail du sol est limité mais où la couverture du sol n'est présente que sur une partie de la rotation.

6. Bilan

Ce travail s'inscrit dans une volonté de rassembler les connaissances de chaque discipline travaillant sur les impacts des cultures pluviales pour répondre à une problématique commune. La notion de durabilité permet de synthétiser toutes ces connaissances. L'agriculture durable se place comme une préoccupation globale de plus en plus importante qui justifie la recherche et la diffusion des

systèmes dits « innovants ». L'évaluation de cette durabilité va permettre de comparer des systèmes de culture et de repérer les forces et faiblesses de chacun d'entre eux. L'idée est donc de construire un outil contextualisé, multicritères et multi-acteurs dans le but d'apprécier la pertinence des systèmes de production, dans un souci plus global de développement d'une agriculture durable.

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

L'approche multicritères implique de mettre en commun non seulement des points de vue mais aussi des méthodes de mesure et des formes de résultats très différents. Des outils ont été développés pour permettre de mettre ces approches en pratique. C'est DEXi qui a été choisi dans notre cas. Le logiciel d'aide à la décision qualitatif DEXi permet de décomposer tout problème décisionnel complexe en sous-problèmes plus faciles à résoudre. Nous présentons ici son fonctionnement et les règles de base pour l'agrégation multicritères (Bohanec, 2008).

1. Conception de l'arbre d'agrégation

Le logiciel DEXi permet de construire un arbre d'agrégation de différents critères. Cet arbre est composé de deux types de critères : les critères basiques et les critères agrégés (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Les critères basiques 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 obtenues à l'aide d'indicateurs. Les critères agrégés, quant à eux, sont les « nœuds » de l'arbre. Ils permettent d'associer pas à pas les critères inférieurs jusqu'à un critère final dit « racine ». Les informations comprises dans chacun des critères basiques sont alors agrégées au fur et à mesure jusqu'au critère « racine » qui permet de juger de façon synthétique la durabilité totale de l'objet évalué.

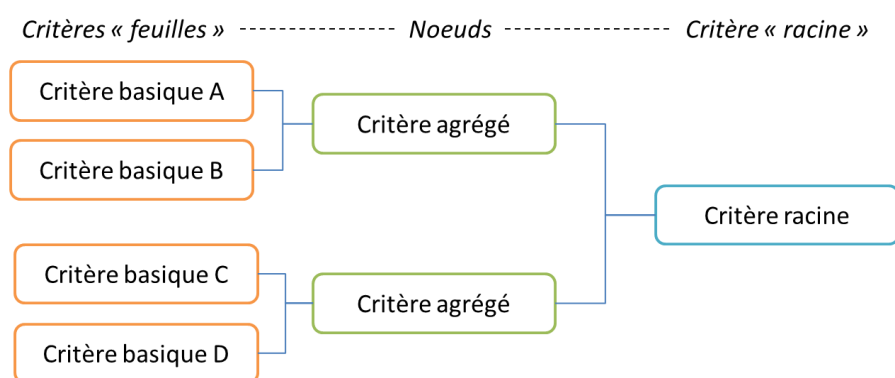


Figure 1: Arbre théorique d'agrégation multicritère

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 le critère B est « moyen à élevé » alors le critère agrégé prend la valeur « moyen à élevé ». Ces tables de contingence peuvent être

renseignées manuellement, c'est-à-dire en raisonnant pour chaque couple de valeur, ou bien de façon semi-automatique en attribuant de façon préalable des pondérations à chacun des critères à agréger. Avec la deuxième technique, le logiciel attribue automatiquement la valeur du critère agrégé compte tenu 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 se veut qualitatif, ainsi 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 sont 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 ; par exemple si l'on veut être plus exigeant sur un critère.
- 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.

4. Performance des agrégations

Le logiciel DEXi permet de créer des arbres de décision plus ou moins efficaces. En effet, l'objectif de ce logiciel est de comparer des options, dans notre cas de comparer différents systèmes de culture. On peut donc dire qu'un arbre est plus ou moins performant selon sa capacité à discriminer les différentes options. Cette capacité s'appelle la sensibilité ; elle peut être évaluée grâce à des algorithmes d'analyse de sensibilité. Lors de la conception d'un arbre sur ce logiciel, il est donc indispensable d'être vigilant sur certains points. Quelques « règles » simples à mettre en œuvre lors de l'utilisation de DEXi et la conception d'un modèle permettent de veiller à une bonne sensibilité de l'arbre et donc une bonne performance :

- Veiller à limiter le nombre de critères dans l'arbre
- Veiller à limiter la profondeur de l'arbre (En effet, plus un critère est « loin » dans l'agrégation plus son importance dans l'évaluation finale sera faible)
- Veiller à 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) (En effet, augmenter le nombre de classes permet de davantage différencier les options)
- Augmenter le nombre de classes dans l'attribut racine
- Veiller à mieux représenter les classes extrêmes dans les fonctions d'utilité tout en respectant les pondérations choisies (Il s'agit d'éviter de moyenniser tous les résultats)

Bilan

Le modèle d'évaluation multicritères est implémenté sur le logiciel d'aide à la décision appelé DEXi. Chaque critère a une importance dans l'évaluation, c'est pourquoi on parle d'agrégation plutôt que de hiérarchisation des critères. Ce concept permet dans tous les cas d'organiser les idées avancées de manière à répondre au mieux au problème complexe identifié, ici la durabilité.

III. Conception du modèle d'évaluation de la durabilité des systèmes de culture : MASC-Mada

1. Problématique

Des modèles d'évaluation ont été développés en France pour évaluer la durabilité des systèmes de culture. Tous ont été implémentés sur le logiciel DEXi. Le modèle principal développé en 2009 par un groupe de chercheurs multidisciplinaires s'appelle MASC. Suite à la conception de cet outil, de nombreux chercheurs ou développeurs en France et à l'étranger l'ont utilisé pour répondre à leur questionnement ou ont développé une adaptation de l'outil conforme à leur contexte. C'est ainsi que des adaptations de MASC ont été faites, MASCAB pour l'agriculture biologique en 2009, ou MASC Bananes en Guadeloupe en 2009. Au Brésil, l'utilisation sans adaptation de l'arbre qui a été menée

n'a pas été très fructueuse car l'outil manquait de cohérence avec les contraintes et problématiques de l'agriculture brésilienne. Dans notre cas, nous sommes obligés de reprendre la conception à zéro car le contexte malgache et les données disponibles sont trop différents de ceux du contexte français. Même si MASC 1.0 a pu être utilisé comme support à la discussion dans les premiers entretiens, l'arbre d'évaluation de la durabilité malgache a été construit à partir ex nihilo.

2. Démarche de conception

La conception de la première version du modèle d'évaluation multicritères et multi acteurs malgache a été menée par Gabriel Daudin, en stage en 2010 dans la région du Vakinankaratra. Son stage était intégré à la tâche 4 du projet ANR PEPITES qui a pour but de mettre au point des méthodes d'évaluation ex ante, multicritères et multi-acteurs des performances de systèmes de culture innovants.

a. Présentation de la zone d'étude

La zone d'étude choisie dans un premier temps pour la conception du modèle a été la région du Vakinankaratra. Cette décision était la plus commode d'un point de vue organisationnel, car des experts chercheurs étaient regroupés à Antsirabe (ou à Antananarivo).

Le projet d'évaluation a été ciblé sur la commune d'Andranomanelatra caractérisée par une grande diversité d'exploitations agricoles. Il existe deux types d'exploitations dans cette commune : les exploitations agro-industrielles et les exploitations familiales travaillant en moyenne un demi-hectare. Les enjeux et les pratiques de ces deux catégories d'exploitations sont alors très différents (Rakotofiringa & Tokarski, 2007). Ce qui caractérise cependant les exploitations de cette région est la tradition laitière. Toute l'attention des agriculteurs est apportée à l'élevage bovin laitier qui structure ainsi les choix des systèmes de production. En effet, la présence d'un élevage laitier sur l'exploitation nécessite d'une part la présence de fourrages dans le système de culture, et d'autre part permet une fertilisation organique des cultures. L'élevage garantit une sécurisation du capital et un revenu régulier ; la préoccupation principale de l'agriculteur est alors de produire du lait au détriment des productions végétales. Ainsi, les experts de cette région se sont aperçus que les pratiques innovantes préconisées ne diffusaient pas beaucoup dans cette. Les conditions climatiques des Hautes Terres limitent également le développement de la biomasse et la couverture du sol est alors insuffisante pour être efficace (Rakotofiringa & Tokarski, 2007). La seconde caractéristique de la commune d'Andranomanelatra est la part importante des surfaces cultivées en riz pluvial ; elles atteignent 50% des surfaces agricoles dû au faible nombre de rizières présentes (Rakotofiringa & Tokarski, 2007). C'est dans ce contexte particulier que le projet d'évaluation des systèmes de culture a été mené. Les critères de durabilité explicités lors de la conception de l'arbre ont donc été guidés par ces problématiques et ces préoccupations.

b. Méthode participative

Tous les experts ayant participé à la conception de ce modèle connaissait bien la région d'étude et représentaient à la fois tous les domaines de la durabilité (économistes, agronomes...) et différentes visions de l'agriculture (chercheurs, techniciens, conseillers...). La première version de MASC-Mada a été conçue sans consulter directement les agriculteurs car cela aurait nécessité une période de formation préalable, l'utilisation d'interprètes et une définition précise des termes à utiliser pour

représenter au mieux les idées que nous développons. Cette démarche aurait été trop longue pour le temps imparti au précédent stagiaire, et l'efficacité des résultats n'était pas assurée. Néanmoins, les experts participants connaissaient très bien les problématiques rencontrées dans la région. Les préoccupations des agriculteurs étaient alors représentées.

La démarche pour cette première phase de conception a été la suivante :

Les experts constituent deux groupes en fonction du moment où ils ont été rencontrés. Des entretiens individuels auprès de chaque expert du premier groupe ont conduit à l'élaboration d'un premier arbre de durabilité. Cet arbre a ensuite été soumis aux experts du second groupe qui lui ont apporté des modifications et des ajouts. Les fonctions d'utilités ont également été déterminées par les experts du second groupe. Enfin, des réunions collectives de validation ont ensuite été menées pour présenter les points faisant consensus et ceux nécessitant des débats.

Les experts du premier groupe ont été interrogés sur leur vision de la durabilité et sur la décomposition qu'ils en feraient. L'arbre de durabilité français servant de support à la discussion leur a ensuite été présenté afin de déterminer si les critères n'ayant pas été évoqués ont été simplement oubliés ou s'ils n'étaient pas pertinents dans le contexte malgache. Lorsque la discussion avec l'expert amenait jusqu'à la conception plus ou moins précise d'un arbre, les règles d'agrégation étaient également discutées.

L'arbre établi par le premier groupe a été soumis aux experts du second groupe afin de vérifier la pertinence des critères dans la structure de l'arbre. Enfin, les pondérations ont été abordées dans le but d'appréhender l'importance relative de chaque critère par rapport à son voisin.

La réunion de validation a enfin consisté à présenter l'arbre construit suite aux entretiens, valider les pondérations faisant consensus, débattre puis valider celles sur lesquelles les avis divergeaient (Daudin, 2010).

Cette méthode a permis l'élaboration d'un arbre d'évaluation de la durabilité des systèmes de culture malgache appelé MASC-Mada.

3. Elaboration de l'arbre

Dans MASC, la durabilité est décomposée selon trois piliers : 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. 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. Dans la version de MASC adaptée à l'agriculture biologique, un quatrième pilier agronomique avait aussi été rajouté (Craheix, 2009). C'est à partir de ces quatre préoccupations majeures que la durabilité est définie. L'arbre a ensuite évolué plusieurs fois au fil des entretiens. L'arbre définitif conçu pour la région du Vakinankaratra est présenté en **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

Dans sa totalité, l'arbre comprend 1 critère racine, 16 critères agrégés et 25 critères basiques. Cet arbre est décomposé en 4 branches correspondant aux 4 piliers de la durabilité exprimés. Chaque pilier est ensuite décomposé en plusieurs branches jusqu'aux critères basiques qui correspondent aux préoccupations élémentaires de la durabilité. A chaque nœud, une pondération a été attribuée en fonction de l'importance relative des critères. La somme des pondérations à chaque nœud fait 100.

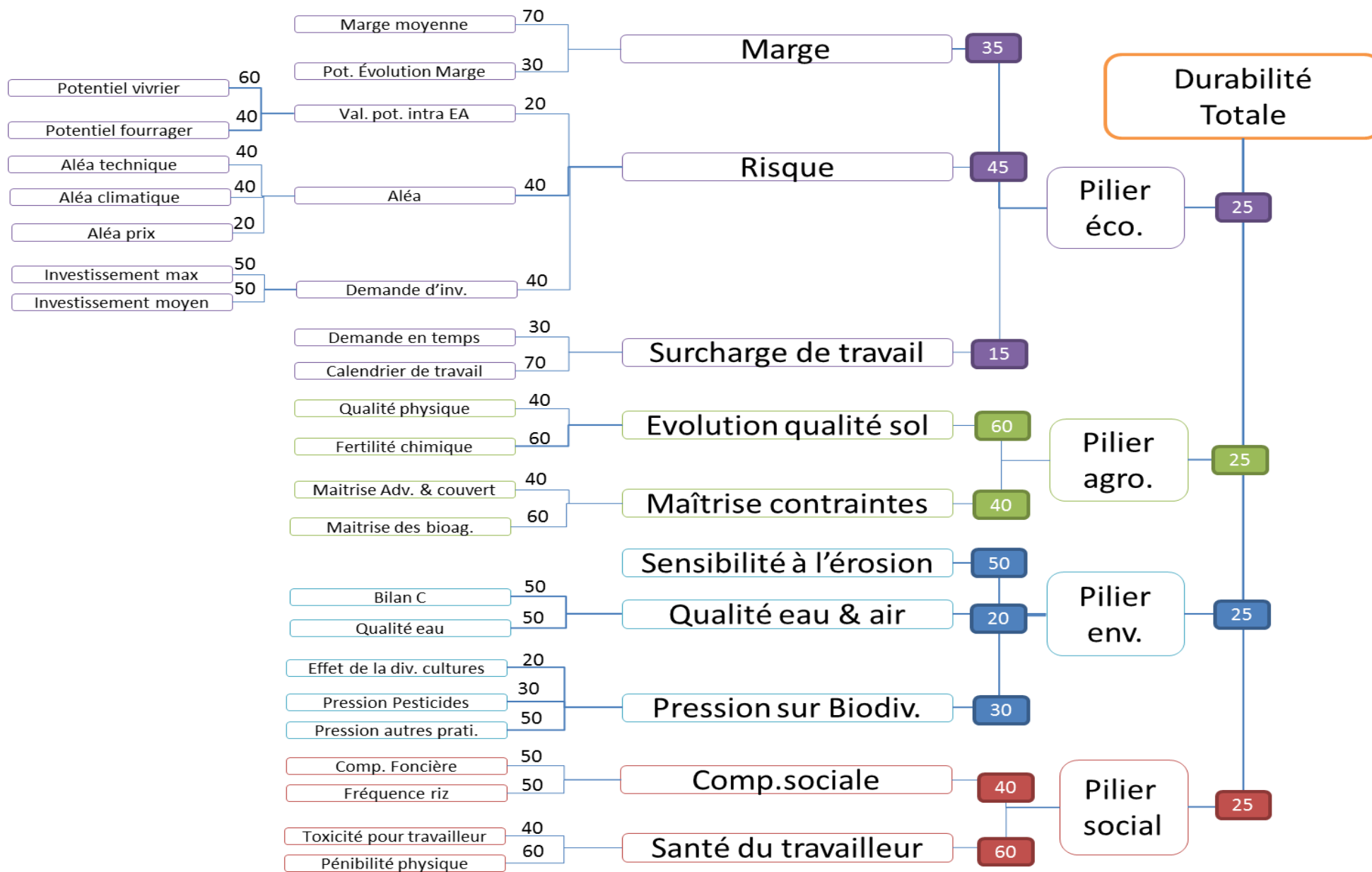


Figure 2: Arbre de durabilité des systèmes de culture construit en 2010 pour le contexte malgache (Daudin, 2010)

Les critères pouvant l'être ont été renseignés qualitativement grâce à des données bibliographiques et des logiciels, comme Olympe, un outil d'évaluation et de simulation économique des exploitations agricoles qui a servi de base pour plusieurs calculs économiques. Dans MASC-Mada, 16 critères basiques sont dits « quantitatifs » ; ils correspondent soit au résultat d'un calcul mathématique soit à une note. Ils sont discrétisés en valeurs qualitatives, du type « faible », « moyen », « élevé » grâce à des valeurs-seuils fixée par rapport à la valeur d'un système de référence paysan.

Lorsqu'aucune donnée qualitative n'est disponible, l'utilisation du qualitatif permet de considérer le point de vue expert. Néanmoins, tous les experts ne seront pas du même avis, alors afin de s'éloigner de cette subjectivité, des règles de décision ont été créées. Dans MASC-Mada, 9 critères sont renseignés suivant une règle de décision établie à dire d'experts (Tableau 2).

Les critères basiques vont être remplis directement par l'utilisateur par une valeur qualitative ; ensuite le logiciel va attribuer automatiquement des valeurs qualitatives aux critères agrégés en suivant les pondérations que l'on a préalablement renseignées. Ce remplissage progressif va aller jusqu'à l'attribution d'une note finale au critère de la durabilité. Dans notre modèle, la note est comprise entre 1 et 7 et constitue le résultat de l'évaluation. Les résultats se présentent sous forme d'un tableau synoptique où chaque critère de l'arbre apparaît avec sa note. Il est alors possible de discuter les résultats de chacun des critères quelle que soit sa place au sein de l'agrégation.

Tableau 2: Descriptif des indicateurs de l'arbre MASC-Mada

Critère de base	Type ind.	Mode de calcul	Seuils
Marge moyenne	Quantitatif	Moyenne des marges brutes sur la rotation	référence paysanne
Potentiel d'évolution de la marge	Dire expert	Analyse experte	dire expert
Calendrier de travail	Quantitatif	Évalue la superposition du calendrier du système innovant avec celui d'un système de référence (ici, le riz pluvial)	référence paysanne
Demande en temps	Quantitatif	Moyenne sur la rotation des temps de travaux annuels	référence paysanne
Investissement maximum	Quantitatif	Somme de toutes les charges opérationnelles (sauf main d'œuvre) et de structure. On considère l'année la plus lourde en investissement	référence paysanne
Investissement moyen	Quantitatif	Idem "investissement maximum", mais on considère la moyenne sur la rotation des investissements annuels	référence paysanne
Potentiel vivrier	Quantitatif	Proportion de cultures pouvant être utilisée pour l'alimentation	dire expert
Potentiel fourrager	Quantitatif	Proportion de cultures pouvant être utilisées comme fourrage	dire expert
Aléa technique	Dire expert	Règle de décision experte tenant compte de la complexité, de la flexibilité et de la résilience du système	dire expert
Aléa climatique	Dire expert	Règle de décision tenant compte de l'effet tampon du système, de la diversité des cultures et de l'adaptation des cultures au climat	référence paysanne
Aléa prix	Quantitatif	Calcul des plus faibles et plus fortes marges brutes pour chaque année de la rotation	selon la marge brute du système
Maintien fertilité chimique	Dire expert	Règle de décision experte tenant compte des apports (fertilisation et dégradation de la couverture), des prélèvements par les cultures ainsi que des pertes de fertilité dues à l'érosion	dire expert
Maintien qualité physique	Dire expert	Règle de décision experte tenant compte du labour (présence/absence) et des plantes pouvant « travailler le sol efficacement » (système racinaire « puissant »)	dire expert
Maîtrise des adventices & couverts	Dire expert	Règle de décision tenant compte de la lutte chimique ou manuelle contre les adventices, ainsi que de la couverture du sol pendant l'année par les plantes de la rotation	dire expert
Maîtrise des bioagresseurs	Dire expert	Règle de décision tenant compte d'influence des plantes et des pratiques sur les bioagresseurs (favorable / défavorable) ainsi que de la présence d'une lutte chimique.	dire expert
Pénibilité physique	Quantitatif	Une note de pénibilité est associée par dire expert à chaque pratique. On somme ces notes sur la rotation	référence paysanne
Toxicité pour travailleur	Quantitatif	Une note de toxicité est attribuée à chaque pesticide par dire expert. On somme ces notes sur la rotation	référence paysanne
Compatibilité foncière	Quantitatif	Pourcentage des agriculteurs pouvant potentiellement bénéficier des gains du système. Si le système amène uniquement des gains à court terme, l'indicateur vaut 100 %. Si le système amène des gains à long terme, l'indicateur est égal à la proportion d'agriculteur propriétaires de leurs terres	dire expert
Fréquence du riz	Quantitatif	Fréquence du riz dans la rotation	dire expert
Effet de la diversité des cultures	Quantitatif	Nombre de cultures différentes dans la rotation	référence paysanne
Pression due aux pesticides	Quantitatif	Pour chaque pesticide une note de toxicité sur l'environnement est donnée par dire expert. On somme ces notes sur la rotation	dire expert
Pression due aux autres pratiques	Quantitatif	Pour chaque pratique une note de destruction sur l'environnement est attribuée par dire expert. On somme ces notes sur la rotation.	référence paysanne
Effet sur la qualité de l'eau	Quantitatif	On note chaque pesticide du moins toxique au plus toxique. On somme ces notes sur la rotation	dire expert
Bilan C	Dire expert	Règle de décision tenant compte de pratiques stockant ou déstockant du carbone (labour, ...)	dire expert
Sensibilité à l'érosion	Dire expert	Règle de décision tenant compte du labour (présence / absence) et du taux de couverture du sol	dire expert

- *Légende de la colonne « seuils » : Dire expert : les classes qualitatives ont été fixées directement par dire expert.*
- *Référence paysanne : les classes qualitatives ont été fixées par rapport au système de référence. A quelques exceptions près, la classe « faible » correspond à moins de 66% de la référence (c'est-à-dire 1/3 en dessous de la référence) et la classe « élevée » à plus de 133% (1/3 au dessus de la référence).*

4. Premières utilisations

Afin de tester la sensibilité de l'arbre et de faire un premier essai d'évaluation, les systèmes en essais sur le dispositif de SCRiD à Andranomanelatra ont été testés par ce nouvel outil.

L'utilisation de MASC-Mada dans des projets d'évaluation se décompose en trois étapes : (1) la description du système à évaluer, (2) l'évaluation multicritères avec MASC-Mada et (3) l'analyse des résultats. Le recueil de toutes les données nécessaires à la description du système à évaluer a été réalisé à l'aide d'entretiens directifs auprès des techniciens travaillant sur la matrice d'Andranomanelatra et à la synthèse des travaux sur les exploitations agricoles du Vakinankaratra.

L'interprétation des résultats a permis d'analyser le comportement des indicateurs et le comportement de l'agrégation.

- Cette analyse a mis en avant le manque de réalisme de certains indicateurs renseignés sur des systèmes expérimentaux. Par exemple, les données en temps de travaux prises en compte étaient celles effectives sur la matrice, or l'attention apportée aux parcelles d'essais est complète et les temps de travaux sont alors très importants, certainement pas cohérents avec les systèmes en milieu paysans. L'indicateur relatif à l'évaluation de la pénibilité physique des opérations est aussi apparu incomplet ou incohérent par rapport à la réelle pénibilité ressentie par les travailleurs.
- L'agrégation a été testée au cours de ces premières utilisations. Le but de cette analyse était de confronter les résultats de l'évaluation comparative aux points de vue des experts sur le sujet. On a pu alors détecter des incohérences entre les résultats attendus et les résultats réels. Certains critères étaient attendus meilleurs pour une option et ils sont apparus équivalents aux autres. Une bonne discrimination des systèmes très contrastés (labour/SCV) a été mise en évidence mais l'agrégation dissocie peu les systèmes intermédiaires. Ce manque de sensibilité est dû à plusieurs choses : 1) l'arbre est déséquilibré vers le pilier économique, 2) les fonctions d'utilité ne sont pas toujours cohérentes : le remplissage des tables de contingence a été fait en grande majorité de manière automatique par le logiciel DEXi, alors qu'il aurait souvent fallu les remplir manuellement pour donner plus de poids aux classes extrêmes et ainsi adapter les agrégations aux perceptions des experts, 3) l'importance du choix des seuils de discrétisation a été également mise en évidence. Par manque de références bibliographiques, la plupart des seuils ont été fixés à dire d'experts, souvent sur la base de 1/3 de la référence. Ainsi, tous les systèmes proches de la référence ont été classés « moyen ».

5. Bilan

Des objectifs remplis:

- La démarche a eu l'intérêt de faire la synthèse de nombreuses données dispersées dans différents organismes. Cette démarche ascendante a aussi permis de mieux prendre en compte les préoccupations relatives à la durabilité et de rendre l'évaluation pertinente dans le contexte malgache.
- La démarche multi-acteurs a également permis aux experts de partager et d'apporter leur contribution à une question générale intégrant plusieurs disciplines. Chaque expert a dû alors replacer sa discipline dans une préoccupation plus globale qu'est la durabilité. Le mixage de toutes ces disciplines fait la richesse de l'arbre et de l'exercice.

Les améliorations à apporter :

- Les systèmes évalués ne sont pas destinés à être diffusés en milieu paysan, les résultats ne sont alors pas exploitables. Il faudrait comparer des systèmes réels paysans.
- Les indicateurs doivent être approfondis afin de représenter d'une meilleure manière la réalité. Cette étape est laborieuse car elle nécessite un consensus entre experts et /ou des données bibliographiques précises et contextualisées souvent difficilement disponibles.
- La sensibilité de l'arbre est à revoir en intervenant sur le choix des seuils et sur le remplissage des tables de contingence.

IV. Adaptation du modèle au contexte du Lac Alaotra

Le travail en cours actuellement s'inscrit dans la continuité du projet initié en 2010 en approfondissant les démarches pour rendre l'évaluation à la fois mieux adaptée au contexte, plus participative et plus réaliste.

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, comme nous l'avons vu, 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, l'idée est de l'utiliser dans un contexte plus propice, où les systèmes paysans sont connus et plus variables. Il a donc semblé intéressant d'utiliser cet outil (avec une adaptation si besoin est) dans la région du lac Alaotra qui accueille depuis de nombreuses années des travaux de recherche et développement autour des systèmes d'agriculture de conservation (2003 BVlac, 2000 BRL, 1998 essais CIRAD FOFIFA). Des systèmes innovants bien contrastés sont diffusés dans cette région et pourront alors être comparés ; et les résultats exploités.

Dans les paragraphes suivants, la méthode de travail est présentée. Les premières étapes sont en cours de réalisation, mais les résultats définitifs ne seront obtenus qu'en février-mars 2013 au terme de ce travail.

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, 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 motorisés...). 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 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, 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. Quels objectifs d'utilisation ?

a. Un travail d'animation

Comme nous l'avons vu auparavant, le travail de conception et d'adaptation de l'outil permet de combiner plusieurs disciplines et perceptions. Les experts sont alors contraints de repositionner leur discipline au sein d'une question plus globale qu'est la durabilité. Chaque expert doit faire le point sur des questions du type : « Où se situe ma discipline ?, A quelles intersections avec d'autres notions ? Est-ce une préoccupation élémentaire pour les paysans ? Est-ce perceptible ? Dans quelle mesure puis-je dire qu'un système de culture est durable du point de vue de ma discipline ? ».

Ce travail nécessite à terme de faire des choix, d'où le besoin d'avoir recours à une démarche participative qui prend en compte de nombreux avis (Froger et Oberti, 2002). Le travail d'animation inter disciplinaire entraîne aussi le recoupement des idées et perceptions des experts de tout type : chercheurs, techniciens, opérateur du développement, agriculteurs...

b. Un support de discussion

L'utilisation de cette évaluation des systèmes de culture se veut comparative. Cela ne consiste en aucun cas à juger de l'intérêt « absolu » d'un système de culture par sa note de durabilité finale (Craheix, 2012). L'intérêt de ce type d'outil est de pouvoir comparer les systèmes entre eux selon plusieurs critères qui paraissent pertinents, de comparer les résultats de chaque pilier de la durabilité. Les systèmes sont ainsi confrontés selon chaque axe de durabilité. L'un sera meilleur d'un point de vue économique, l'autre le sera d'un point de vue social... Le mixage des disciplines favorisera cette appréciation. Outre l'analyse des résultats des quatre piliers, l'intérêt de l'outil réside aussi dans la possibilité de retour dans l'arbre afin de comprendre ce qui a influé sur le résultat. Il est important de ne pas réduire l'analyse au résultat global ou à celle de chaque pilier mais de poursuivre la réflexion jusqu'aux critères basiques afin de comprendre ce qui a influencé l'évaluation (Craheix, 2012). Dans ce sens, cet outil est un support à la discussion, un « support

d'accompagnement » (Terrier, 2010) ou encore un « tableau de bord » (Craheix, 2012). De cette façon, on peut alors déceler quels aspects du système sont efficaces, et quels sont les autres nécessitent des améliorations dans le but de mieux répondre aux préoccupations des agriculteurs.

Cet outil s'adresse aux techniciens travaillant au lac Alaotra. Comme on l'a vu, il serait intéressant qu'ils puissent utiliser cet outil comme support à leurs discours sur les avantages et inconvénients des systèmes de culture innovants qu'ils essayent de diffuser dans le milieu paysan. Cela illustrerait leurs propos et constituerait peut être une comparaison plus visuelle entre les systèmes traditionnels et les systèmes innovants.

c. Un support d'animation auprès des agriculteurs

Outre les objectifs plus généraux d'utilisation de l'outil comme support de discussion entre experts, l'objectif de ce travail est de permettre d'organiser des réunions d'animation avec les agriculteurs autour des résultats des évaluations. Les systèmes de culture évalués sont connus et pratiqués par les agriculteurs qui pourront donc apporter leur propre vision de la durabilité. L'idée est de leur présenter les résultats des évaluations et la façon dont nous les avons obtenus. On aimerait ainsi recueillir le point de vue des agriculteurs sur la durabilité et savoir s'ils sont d'accord avec les conclusions que l'on aura mises en évidence. L'intérêt sera de voir si leur vision de la durabilité coïncide avec celle que nous avons voulu donner en concevant cet arbre.

Ces informations serviront aussi à mesurer la place de la durabilité dans les processus décisionnels paysans.

3. Démarche-Méthode

La démarche souhaitée pour cette seconde partie du travail se veut plus participative que celle employée dans la première mission dans le Vakinankaratra. En effet, de manière à mieux prendre en compte le contexte très particulier du Lac Alaotra, il a été décidé de rencontrer davantage d'experts au plus proche des agriculteurs. Le panel d'experts a été élargi et approfondi. La discussion va être portée jusqu'aux agriculteurs pour mieux se rendre compte de leurs perceptions en ce qui concerne la durabilité. Compte-tenu du temps imparti, la discussion portera sur la confrontation des résultats d'évaluation des systèmes mais les agriculteurs ne pourront pas être impliqués dans la démarche de conception qui nécessite de multiples rencontres.

Ce travail s'organise selon plusieurs étapes :

- Travail sur la pertinence de l'arbre.
- Adaptation de l'arbre d'évaluation au contexte du Lac Alaotra.
- Choix des systèmes de culture à évaluer
- Evaluation des systèmes de cultures innovants et traditionnels choisis et interprétation des résultats
- Animation, discussion sur les résultats des évaluations avec les experts et avec des agriculteurs de la région

a. Travail sur les performances de l'outil d'évaluation

Un travail sur les indicateurs a été mené pendant le premier stage dans la région du Vakinankaratra. Néanmoins, certaines améliorations ou approfondissements peuvent être effectués pour gagner en pertinence ou en fonctionnalité. Ce travail se présente sous forme d'entretiens avec des experts connaisseurs du point à aborder, puis d'un travail de recoupement des différents points de vue afin de construire un indicateur parlant à tous. La deuxième partie de cette étape consiste en un travail sur la sensibilité de l'outil dans le but d'améliorer la performance de l'arbre. Une meilleure sensibilité est synonyme d'une bonne discrimination des systèmes de culture entre eux, ce qui permettra de les comparer et de tirer des conclusions sur leurs performances respectives.

b. Contextualisation de l'outil au Lac Alaotra

Cette étape paraît la plus importante dans le sens où elle conditionnera l'acceptabilité de l'outil. Une réflexion doit être menée pour choisir le sens que l'on veut donner aux différents critères. La contextualisation consiste alors à veiller à ne négliger aucune préoccupation élémentaire dans le contexte des exploitations autour du lac Alaotra. La démarche employée consiste à effectuer des entretiens individuels avec des agents du développement basés dans la région. Les entretiens individuels ont été préférés aux réunions collectives pour plusieurs raisons. La première est 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 est 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 est recensé et peut alors être combiné pour déceler les points faisant consensus et ceux nécessitant un débat. La voix finale n'est alors pas la plus forte, mais un compromis entre chacune.

- La méthode des entretiens

Les entretiens individuels ont une durée d'une heure trente à deux heures trente selon les personnes enquêtées et leur disponibilité. Il se déroule de la façon suivante : après un rappel de l'objectif du stage, la conception du premier arbre de durabilité, son fonctionnement et son utilisation sont expliqués à la personne enquêtée. Suite à cette présentation, on aborde la discussion par la description en détail de la décomposition des critères dans l'arbre. L'expert est alors encouragé à émettre un avis sur chaque critère, et à proposer d'autres préoccupations élémentaires s'il en ressent le besoin. Si un nouveau critère est proposé, un travail d'approfondissement est entamé de manière à veiller à ce qu'il ne soit pas déjà pris en compte dans un autre critère de l'arbre. Si ce n'est pas le cas, l'expert est amené à expliciter précisément ce qu'il souhaiterait ajouter. Ce nouveau critère sera alors discuté dans les prochains entretiens pour voir s'il fait consensus ou non.

Une fois que chaque critère est décrit, compris et approuvé par l'expert ; les pondérations sont proposées à l'expert. Dans un but d'adaptation au contexte du lac Alaotra, le travail sur les pondérations entre critères est primordial. Il va permettre de prioriser certaines préoccupations par rapport à d'autres qui apparaîtraient négligeables dans le contexte. Cette réflexion est assez laborieuse car attribuer des poids d'importance à des critères qui restent parfois subjectifs ou peu perceptibles n'est pas une opération aisée. Pour chaque agrégation, il est demandé à l'expert

d'établir un ordre d'importance entre les sous critères, puis 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.

Les entretiens ont été effectués sur la ville d'Ambatondrazaka, où la majorité des experts sollicités travaillent. Néanmoins, nous avons veillé à enquêter à la fois des experts intervenants dans la zone sud, dans la zone nord et dans la zone ouest du Lac.

- Analyse

Suite aux entretiens, une analyse des informations récoltées va être effectuée dans le but de recenser tous les avis, de différencier les cas pour lesquels les avis convergent de ceux qui font débat. En ce qui concerne l'ajout ou la modification de critères basiques, si les avis sont trop divergents, il est décidé de conserver l'arbre actuel. Cependant, si le critère est approuvé par les experts, il est alors proposé comme faisant consensus lors d'une réunion de validation. Il est alors rediscuté et formulé précisément pour que le sens donné au critère soit bien compris et explicite pour tous. Au sujet des pondérations, celles faisant consensus seront validées automatiquement et celles présentant des divergences seront discutées puis validées en réunion.

A la suite des validations, l'arbre MASC-Mada sera alors opérationnel et contextualisé pour la région du Lac Alaotra.

c. Choix des systèmes de culture

Au cours des entretiens, les experts sont questionnés à propos des systèmes de culture traditionnels paysans, des systèmes SCV et des systèmes innovants préconisés et rencontrés chez les paysans dans les zones de « tanety » et de « baiboho ». Ces informations permettront de choisir les différentes options à comparer.

d. Evaluation multicritères

Une fois l'arbre validé et fonctionnel, il convient alors de l'utiliser afin de comparer les systèmes de culture choisis. Comme nous l'avons vu précédemment, l'utilisation de tout modèle implémenté sur DEXi dont fait partie MASC-Mada se décompose en trois étapes : (1) la description du système à évaluer, (2) l'évaluation multicritères et (3) l'analyse des résultats (Sadok et al, 2009).

e. Discussion et animation avec les agriculteurs

L'aboutissement de cet outil trouvera sa place dans un travail d'animation et de discussion sur les résultats de l'évaluation avec les agriculteurs de la zone d'étude. La méthode et la démarche précise qui seront menées lors de ces réunions collectives restent encore à déterminer.

Il a néanmoins déjà été convenu que les discussions autour des notions de durabilité seront greffées à des réunions organisées régulièrement avec les agriculteurs dans le cadre du projet ABACO afin de

ne pas les surcharger, car ils sont déjà beaucoup sollicités dans le cadre des projets de développement sur la région du lac Alaotra.

Il faudra donc réfléchir à l'approche que l'on souhaite prendre pour aborder la notion de durabilité dans un contexte agricole malgache qui est souvent focalisé sur la réponse aux besoins immédiats et la gestion à court terme des orientations de l'exploitation. Un choix de vocabulaire à utiliser et de méthodes à adopter sera à prendre en concertation l'animatrice dans le cadre d'ABACO.

4. Bilan

Le travail d'adaptation au Lac Alaotra s'inscrit dans la continuité du premier. A partir des remarques, des conclusions et discussions qui sont apparues à la fin de la première partie du projet, nous allons pouvoir aller plus loin dans la démarche et dans la performance de l'évaluation de la durabilité. Avec un contexte d'étude dynamique et approprié, une méthode plus participative et des objets d'évaluation réels, l'exercice paraît gagner en pertinence et en débouchés dans le milieu paysan.

Conclusion

Accroître et sécuriser les revenus des producteurs, préserver l'environnement et aider les producteurs à devenir les acteurs de leur développement étaient les trois grandes missions du projet BV-Lac. Ces missions semblent bien s'intégrer au concept développement d'une agriculture durable. C'est ainsi que le projet d'évaluation des systèmes de culture dans la région du lac Alaotra prend tout son sens. Le stage effectué dans le Vakinankaratra en 2010 constitue une base pour le stage d'adaptation à la région du Lac Alaotra réalisé en ce moment.

Un tel modèle a permis et va permettre 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 Scopel, 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.

Références

Bar (2011) *Indicateurs de vulnérabilité, résilience durabilité et viabilité des systèmes d'activité au Lac Alaotra, Madagascar*. Rapport de stage

Benkerrou (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

Bohanec M., Messéan 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

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 (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

Domas R., Penot E., ANDRIAMALALA H. (2009) « *Systemes 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

Fabre (2011) *Evaluation technico-economique des effets des systemes de culture sous couverture vegetale dans les exploitations agricoles du lac alaotra, Madagascar*. Rapport de stage

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

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*. Rapport

Penot (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 ? Du 22 au 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

Sadok W., Angevin F., Bergez J-E, Bockstaller C., Colomb B., Guichard L., Reau R., Dore T. (2007) *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

Terrier M., Gasselin P., Le blanc J. (2010) *Evaluer 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.