

Vulnérabilité, résilience, durabilité et viabilité des systèmes d'activité au Lac Alaotra, Madagascar : de l'usage des indicateurs

Bar Marie*1, Penot Eric*2 David-Benz Hélène*3.

*1CERDI, Université d'Auvergne, Clermont-Ferrand

*2 CIRAD UMR innovation, DR CIRAD, BP853, Anpandrianomby, Antananarivo, Madagascar

*3 CIRAD UMR Moisa : Marchés, organisations, institutions et stratégies d'acteurs, DR CIRAD, BP853, Anpandrianomby, Antananarivo, Madagascar.

Résumé

Le projet Observatoire des Agricultures du Monde (OAM) vise à construire un observatoire international permettant de donner des informations sur les agricultures des différents pays ainsi que sur leurs évolutions. A l'heure actuelle, cinq pays ont été choisis comme pays pilotes, Madagascar en fait partie. La zone d'étude qui a été retenue est le lac Alaotra. L'étude des notions de vulnérabilité, résilience, durabilité et viabilité a guidé le choix, le calcul et l'analyse des indicateurs nécessaires à la construction de l'observatoire. Trois bases de données différentes ont été retenues dans le cadre général de l'étude : i) les bases de données du Réseau des Observatoires Ruraux (ROR), ii) Les bases de données du Réseau de Ferme de Référence (RFR) et iii) Les bases de données du diagnostic agraire BV-Lac (Durand, Nave & Penot). Cette communication présente les résultats pour les 2 bases de données du projet de développement BV-lac à l'échelle du système d'activité.

Mots clé : observatoire mondial, informations, Madagascar, vulnérabilité, résilience, durabilité, viabilité, indicateurs

Summary

Use of relevant economical indicators for the evaluation of farming systems in terms of resilience, vulnerability and sustainability : the case of the Lake Alaotra region in Madagascar

The project "Observatory for World Agricultures" wants to elaborate a worldwide observatory collecting information on agriculture in different countries and its evolution. At the moment five countries have been chosen as countries of reference, Madagascar is one of them. The geographical area of the study which has been chosen is the lake Alaotra. The study of the notions of vulnerability, resilience, durability and viability has been the main point concerning the choice, the calculation and the analysis of the necessary indicators leading to the elaboration of the observatory. Three different data lines have been chosen : i) The database from the ROR, ii) The database from RFR and iii) The database from the agricultural diagnosis Bv-Lac (Durand, Nave & Penot). This paper presents the results from the development project "BV-lac" databases at the livelihood system level.

Key words : world observatory, information, Madagascar, vulnerability, resilience, durability, viability, indicators

Vulnérabilité, résilience, durabilité et viabilité des systèmes d'activité au Lac Alaotra, Madagascar : de l'usage des indicateurs

Introduction

Les crises alimentaires récentes, les tensions persistantes sur les marchés des produits agricoles et les inquiétudes sur l'appropriation des terres dans les pays du Sud placent l'agriculture au cœur des préoccupations des politiques publiques. A Madagascar comme dans beaucoup de pays en développement, l'agriculture demeure le fondement de la société rurale. La pauvreté à Madagascar est un phénomène particulièrement marqué en milieu rural et sa réduction passe nécessairement par l'amélioration de la productivité agricole, la diversification des cultures et des activités, l'amélioration de la valeur ajoutée et un meilleur accès au marché, tout en préservant les ressources naturelles. Les principaux enjeux concernent la vulnérabilité et la résilience des systèmes d'activité : quels sont les ménages les plus vulnérables ? Quelles sont les stratégies qui permettent d'accroître la résilience des systèmes d'activité ? Quels sont les caractéristiques des différents types d'agricultures, leurs dynamiques et leurs impacts en termes de développement durable ? Cette communication¹ invite à revisiter les concepts de durabilité, viabilité, vulnérabilité et résilience, pour les traduire en choix d'indicateurs puis et à en apporter une illustration empirique à partir de deux types de base de données sur la zone du lac Alaotra. Les résultats présentés ici portent en particulier la résilience des systèmes.

1 Madagascar : un héritage agricole pour une population essentiellement rurale (80 %)

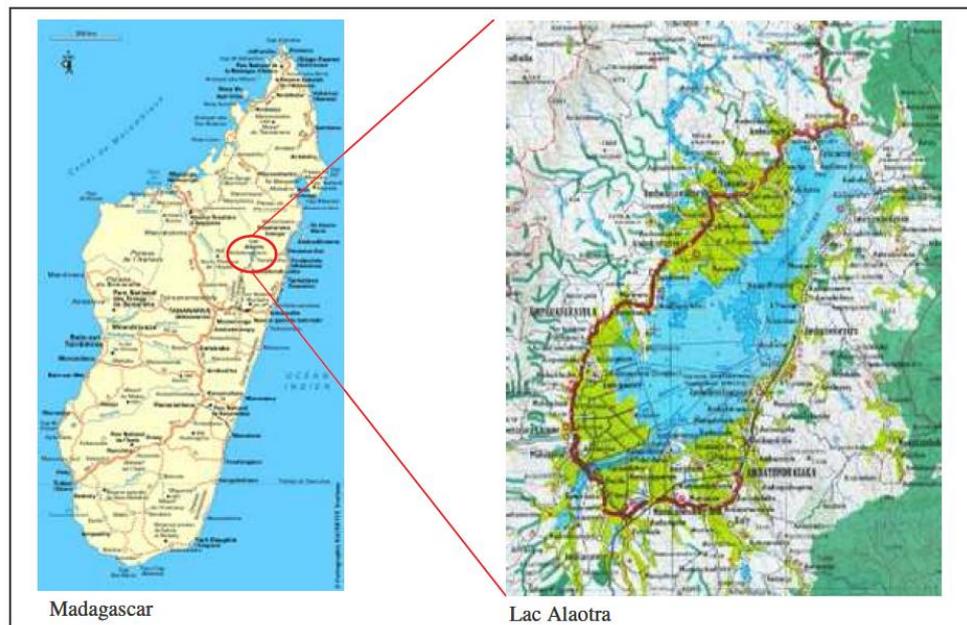
Madagascar compte environ 18 millions d'individus. Suivant les zones, la densité de la population varie entre 10 et 300 habitants au km², la moyenne pour le pays étant de 30 hab./km². La population reste encore très jeune : la moitié de la population a moins de 20 ans et 4% seulement a plus de 60 ans (PNUD, 2006). L'île est classée parmi les pays les plus pauvres du monde. Le niveau de revenu par habitant est de seulement 258 dollars par an en 2006. Plus de 77% des ménages ruraux et 52% des ménages urbains vivent en dessous du seuil de pauvreté (INSTAT, 2006). Madagascar est un pays essentiellement rural, où plus des trois quarts des habitants vivent principalement de l'agriculture. L'agriculture ne représente pourtant que 35% du PIB (Ribier 2006). Les Malgaches sont classés parmi les plus gros consommateurs de riz au monde avec une moyenne de 118kg/hab./an de en milieu urbain à 138 kg/hab./an en milieu rural (MAEP 2004). Madagascar est encore aujourd'hui importateur net en riz avec entre 100 et 200 000 t de riz par an. La croissance démographique et la pauvreté accrue de la population malgache, conjuguées à une forte vulnérabilité, font peser de lourdes menaces sur la préservation des ressources naturelles et la viabilité des formes d'agriculture existantes. Le pays est également confronté à de fréquentes crises politiques qui bloquent les opportunités de croissance et limitent les possibilités de développement. Alors que la situation politique du pays semblait s'être stabilisée ces dernières années, l'arrivée au pouvoir, par la force, d'Andry Rajoelina en mars 2009, marque le début d'une nouvelle période trouble pour Madagascar. L'île traverse actuellement une grave crise politique, entraînant un net ralentissement économique.

¹ Cette étude a été financée par le CIRAD dans le cadre du projet OAM (Observatoire des Agricultures du Monde).

La zone d'étude : le lac Alaotra

Le Lac Alaotra se situe dans la région Alaotra-Mangoro, au Nord-Est de la capitale Antananarivo et située à 750 m d'altitude. La région est une vaste zone de plaines entourées par un ensemble de collines ou *tanety* culminant entre 1100 et 1500m d'altitude et caractérisées par un processus d'érosion assez agressive, les *lavaka*. A partir du XX^{ème} siècle, le gouvernement malgache souhaite faire de l'Alaotra le « grenier à riz de Madagascar », et investit dans d'importants travaux d'aménagement rizicole. Ces aménagements font que la zone du Lac Alaotra est aujourd'hui l'une des principaux « greniers à riz » de Madagascar, avec plus de 100.000 ha de rizières dont 40 000 ha de périmètres irrigués et le reste en périmètre traditionnel sans maîtrise de l'eau (MAEP 2004). La forte pression démographique de ce « front pionnier lent » (Penot et Garin, 2011) toujours plus importante engendre des problèmes fonciers, les cultures s'étendent désormais sur les collines posant ainsi de graves problèmes d'érosion et d'ensablement des périmètres d'irrigation. De plus, depuis le désengagement de l'État, la maintenance des réseaux hydrauliques devient plus difficile. Les années 2000 se caractérisent par la relance des projets de développement dont le projet BV-Lac (financement AFD), principal projet de la zone depuis 2003, centré sur la protection des bassins versants, la sécurisation foncière, le renforcement de la structuration paysanne et l'agriculture de conservation.

Figure 1 : Madagascar et le Lac Alaotra



Source : Oustry, 2007

Le lac Alaotra est par ailleurs une zone très riche en informations, en résultats d'études ou d'enquêtes. Pour la période récente, des dispositifs d'enquête fournissent en particulier une information détaillée à l'échelle des ménages et des parcelles : le Réseau de Fermes de Références, les bases de données « projet » de BV-Lac et le Réseau des Observatoires Ruraux/ROR (les résultats présentés ici sont issus des deux premiers). Les indicateurs identifiés comme pertinents puis sélectionnés devront refléter la problématique centrée sur les différentes formes d'exploitations et leur viabilité, sur les facteurs de vulnérabilité et résilience des systèmes d'activités. Les différents indicateurs sélectionnés seront utilisés pour comprendre les stratégies des ménages et les éléments de la durabilité dans ces stratégies. Ces indicateurs concernant le système d'activité (Chia, 2005).

2 Problématique et méthodologie

Problématique sur l'utilisation des indicateurs

En agriculture, la communauté scientifique s'interroge sur les méthodes et outils permettant de répondre au besoin croissant d'évaluer la durabilité de l'exploitation agricole. L'agriculture durable est composée de fonctions non seulement productives et marchandes mais également environnementales et sociales, dont toutes ne sont pas marchandes. Les exploitants agricoles prennent leurs décisions dans un environnement en évolution, sans connaître réellement les conséquences de leurs choix au moment où ceux-ci sont établis. Ils peuvent essayer d'améliorer leurs moyens d'existence et d'échapper à la pauvreté en intensifiant les modes de production, en diversifiant les lignes de production, en cherchant du travail à l'extérieur de leurs exploitations.

En effet, dans de nombreuses situations, les revenus non agricoles contribuent directement à assurer la viabilité de ces exploitations. Cela implique de recenser les membres des exploitations agricoles et leurs activités à l'origine des revenus. Cette approche est cohérente avec les conventions adoptées par la FAO qui définit à priori plusieurs catégories d'exploitations selon la part du revenu agricole dans le revenu global. Une fois les concepts de vulnérabilité/résilience définis, on choisit des indicateurs renseignés à un moment particulier et on simule l'effet de chocs. Les indicateurs sont des outils de suivi, d'évaluation, de prévision et d'aide à la décision. La qualité majeure d'un indicateur est sa capacité à rendre compte de façon concise de phénomènes complexes. Ils sont définis en référence à des objectifs ou des questions préalablement fixés. Les indicateurs de suivi sont utilisés pour décrire les liens entre la nature des exploitations (familiale, entrepreneuriale...) et leurs caractéristiques en termes de vulnérabilité et de viabilité.

Les producteurs sont globalement dans une situation d'incertitude dans un environnement complexe et changeant. Il ya donc nécessité de comprendre les différentes situations des couples ménages/exploitation agricole (système d'activités). Il faut donc prendre en compte différentes dimension : ressources agricoles / non agricoles, fonctions marchandes / non marchandes. Ceci pose le problème du choix des indicateurs pertinents, de leur disponibilité, de la capacité de disposer de données dans la durée pour avoir si possible une vision dynamique. Nous avons pris ici l'option d'analyser les dynamiques par de la modélisation ex-ante, tout en prenant en compte l'ensemble des activités des exploitations agricoles. L'illustration porte plus particulièrement sur l'incidence de différents choix techniques sur les résultats économiques de l'exploitation à moyen terme.

Méthodologie

Cette communication ne présente que l'analyse des données issues du projet BV-lac dans le cadre du projet Observatoire des Agricultures du Monde (Bosc et al, 2009 ; CIRAD, 2010).

- a) *La base issue de l'enquête de caractérisation des exploitations agricoles de la zone BV-lac (Durand, Nave & Penot, 2007)*

Cette base de données, réalisée par Durand, Nave et Penot (2007), porte sur le fonctionnement et la diversité des exploitations agricoles. La typologie établie a servi de base pour la création d'un Réseau de Fermes de Référence (ci-après). Cette base de données transversale fournie une image des exploitations en 2007.

- b) *Le Réseau de Fermes de Référence (RFR)*

Le Réseau de Fermes de Référence est un ensemble d'exploitations représentatives des différentes situations agricoles. L'objectif, à travers un suivi annuel, est la mesure d'impact et

le suivi-évaluation. Il permet également l'analyse prospective et la comparaison entre les scénarios potentiels et la réalité. Le logiciel utilisé est le logiciel Olympe (Attonaty et CIRAD/IAMM). Le réseau permet d'obtenir des informations importantes sur les points suivants : i) Résultats sur les marges/ha, productivité du travail, valorisation de la journée de travail par activité, niveaux de revenus (marges et résultats issu du CEG) et différentes stratégies, ii) mettre en adéquation les thèmes techniques actuellement développés par le projet selon les types d'exploitation , iii) fournir des informations de base, prix de revient, pour les adhérents des Organisations Paysannes et une meilleure capacité à négocier sur le plan commercial en tout connaissance de leur marge et prix de revient, iv) permet de mieux comprendre également les dynamiques foncières, l'impact de la sécurisation et les trajectoires, v) anticiper les problèmes (exemple : commercialisation...) et vi) mieux estimer les degrés possibles d'autonomisation des acteurs (producteurs et OP) en fonction des résultats économiques réellement observés.

Le logiciel Olympe est un outil de simulation budgétaire à l'échelle du système d'activité, intégrant le ménage et l'exploitation agricole dans la logique de fonctionnement global du système d'activité. Olympe permet de suivre l'évolution des différentes exploitations, de tester des scénarii et de prévoir les effets d'un choc sur une situation donnée et étudiée à l'avance par des techniciens.

Identification et utilisation des indicateurs

Le calcul des indicateurs sélectionnés a été fait à partir des deux bases de données citées. Chacune de ces bases de données possède ses propres caractéristiques, tant du point de vue du fond, que de la forme et nécessite, en conséquence, une réflexion spécifique concernant la création des indicateurs retenus initialement. L'objectif de la mise en place des scénarii est de faire comprendre, les tenants et aboutissants des technologies proposées par le projet BV-Lac sur les systèmes de production². Suite à l'élaboration d'une série d'hypothèses sur les technologies proposées (rendement, quantité d'intrants, crédit associé, etc.), les scénarii réalisés permettent de comprendre l'impact des choix techniques sur le système de production (besoin en travail, performance économique, etc.) et la résilience du système proposé.

La construction de ces scénarii se fait en deux étapes : i) la première étape consiste à attribuer à un exploitant de nouvelles caractéristiques, qui par exemple, pourraient lui être conseillées par un technicien. Et ii) La deuxième étape consiste à générer des aléas afin de pouvoir tester les conséquences de ces aléas sur la structure des exploitations et sur leur résilience. Il est possible de créer différentes sortes d'aléas. La structure du logiciel Olympe et les différentes variables renseignées permettent de changer les paramètres des agriculteurs.

Grâce aux différents scénarii élaborés à partir du RFR, les opérateurs ont maintenant une connaissance quantitative et/ou qualitative de l'impact potentiel de l'adoption d'une ou plusieurs technologies sur les performances technico-économiques des exploitations ainsi que l'importance du risque lié à ces technologies. Un des buts est de comprendre l'impact des choix techniques (et autres...) sur le système de production et sur la résilience des systèmes proposés (Cottet, 2010). Il existe des indicateurs dans Olympe qui sont déjà programmés et qui répondent à des définitions et à des conventions bien précises, qui sont renseignés pour les 13 fermes du RFR : Produit brut, Charges opérationnelles, Marge brute, Marge nette, Valorisation de la journée de travail, Productivité du travail, Ratio d'intensification, Retour

² Ces travaux sont issus de ceux de L. Cottet et E. Penot, 2010.

sur investissement, Revenu net et Solde de trésorerie. D'autres indicateurs peuvent être créés adhoc.

Nous cherchons à estimer l'impact d'un aléa (climatique, économique, social, familial) en fonction des caractéristiques des systèmes d'activité, différents itinéraires possibles (en fonction des scénarii retenus et étudiés par Lionel Cottet (2010).

3 Les concepts utilisés pour la définition des indicateurs

3.1 Durabilité

La diversification des formes de pauvreté, l'augmentation des inégalités et des tensions sociales dans les pays en voie de développement imposent la mise en œuvre de politiques de développement tenant compte des dimensions sociales conjointement aux dimensions économiques et environnementales. Ce défi est celui du développement durable. On attend donc d'un développement durable qu'il protège les potentialités, renforce les capacités d'une génération donnée et facilite leur transfert à la génération suivante (Gondard-Delcroix et Rousseau, 2006 ; Gondard-Delcroix, 2007). Le terme durabilité (ou soutenabilité) est utilisé depuis les années 1990 pour désigner *la configuration de la société humaine qui lui permette d'assurer sa pérennité. Cette organisation humaine repose sur le maintien d'un environnement vivable, sur le développement économique à l'échelle planétaire, et, sur une organisation sociale équitable. Il tient compte du social à travers la lutte contre la pauvreté, contre les inégalités, contre l'exclusion sociale.* En 1988, le Rapport Brundtland définissait le développement durable comme *l'objectif de développement compatible avec les besoins des générations futures : il est alors défini comme "un mode de développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la possibilité pour les générations à venir de satisfaire les leurs ».*

Le développement durable est généralement composé de trois piliers, cependant certaines définitions proposent d'élargir ce concept et parle également, en plus des aspects environnementaux, économiques et sociaux des aspects institutionnels des systèmes durables. La durabilité environnementale concerne la productivité des ressources naturelles vitales, conservée ou si possible améliorée pour les générations futures. La durabilité économique concerne le maintien ou l'amélioration d'un niveau de vie, lié à des niveaux de revenus. Le maintien d'un certain niveau de dépense requiert un maintien à terme du revenu supportant cette dépense. La durabilité économique est obtenue lorsqu'un niveau minimum de bien-être économique peut être maintenu à terme. La durabilité sociale porte sur l'exclusion sociale (minimisée) et l'équité sociale (maximisée). Une initiative est socialement durable si elle repose sur un ensemble donné de relations et d'institutions sociales pouvant être entretenues ou adaptées à terme. La durabilité institutionnelle est atteinte lorsque les structures et les processus en vigueur ont la capacité de continuer à jouer leur rôle à long terme. La prise en compte de la durabilité sur ces quatre points génère des déterminants importants pour la prise de décision individuelle mais aussi collective (Penot, 2005).

La notion de développement durable prend en compte l'environnement, la biodiversité, les aspects multifonctionnels de l'agriculture et d'une façon générale toutes les externalités. Il prend en compte la réelle complexité de l'activité agricole et du monde rural intégrant les facteurs sociaux ; historiques, politiques et tout simplement humains liés à la production agricole. Ce concept typiquement pluridisciplinaire rassemble, en fait, plusieurs approches, historiquement utilisées par des spécialistes n'ayant pas l'habitude de travailler ensemble.

En termes généraux, l'objectif premier est de réduire la pauvreté absolue des pays pauvres, en fournissant des moyens de subsistance durables et sûrs qui puissent minimiser l'épuisement des ressources, la dégradation de l'environnement, la rupture culturelle et l'instabilité sociale. Pour Landais (1997), l'agriculture est durable si elle est écologiquement saine : elle doit alors

préserver la qualité des ressources naturelles et améliorer la dynamique de l'ensemble de l'agro-système. Elle est économiquement viable si elle permet aux agriculteurs de produire suffisamment afin d'assurer leur revenu et de 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, et assure les droits concernant l'usage des terres et l'accès à un capital approprié ainsi que l'accès au marché. Elle est humaine si toute forme de vie est assurée et la dignité fondamentale de tout homme est respectée ; elle est adaptable si les communautés rurales intègrent les différents changements tels l'accroissement de la population, les mouvements politiques, la variation de la demande du marché. Il est donc nécessaire de rechercher de nouvelles formes de coordination et d'organisation de la gestion des ressources au sein d'une exploitation agricole permettant d'assurer la durabilité de l'agriculture.

3.2 Le concept de viabilité

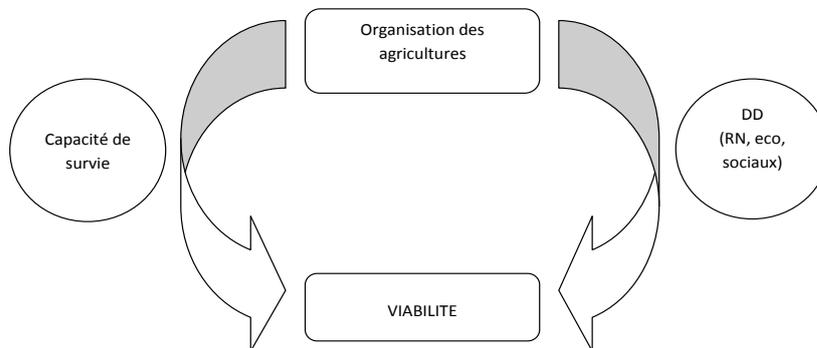
La viabilité est un concept qui est utilisé pour mesurer la performance des différentes formes d'agriculture. La viabilité, au sens premier (Dercon, 2007) est la capacité des exploitations ou des territoires (ou de toute entité animée) à survivre. La définition est complétée et définie *comme le caractère de ce qui est apte à vivre et/ou à survivre et qui présente les conditions pour durer et se développer (Le Petit Robert, 2001)*. La manifestation élémentaire de la viabilité des exploitations appartenant à une forme d'organisation est donc mesurable au fait que les exploitations appartenant à cette forme d'organisation survivent de façon pérenne. Il existe différentes mesures de la viabilité (Bosc et Lecotty, 2010) : i) *une mesure du résultat* de la capacité des exploitations à survivre, passant par l'observation brute de l'évolution de la prévalence des exploitations de chaque catégorie (qui est nécessairement une mesure dynamique, répétée dans le temps) – ce qui s'approche de la résilience, c'est-à-dire la capacité d'un système à expérimenter des perturbations tout en maintenant ses fonctions vitales et ses capacités de contrôle, ii) *une mesure du potentiel de viabilité* qui comprend l'étude de la durabilité économique, environnementale, sociale et institutionnelle, passant par l'observation d'un ensemble de facteurs favorables à la pérennité des exploitations (une mesure instantanée de différents paramètres des exploitations existantes et de leur environnement peut éventuellement donner une idée de ce potentiel à long terme, mais là aussi une suite de mesures répétées est souhaitable pour mieux l'appréhender).

Le potentiel de viabilité à long terme est caractérisé par deux ensembles d'indicateurs à long terme : l'un caractérisant le territoire, l'autre caractérisant les exploitations. Ainsi, si les conditions de viabilité se dégradent dans un territoire, les conditions de viabilité à long terme ne sont pas réunies, avant même que la diminution de la proportion de ce type d'exploitations soit observée. Ces conditions ne peuvent être qualifiées de nécessaires à la viabilité. Le potentiel individuel de viabilité inclut le niveau de vie et les conditions sociales des exploitations, le niveau de performance agricole brute et nette, leur bilan énergétique, leur bilan d'émission de gaz à effet de serre, leur bilan hydrique, le maintien de la biodiversité utile à la viabilité de l'exploitation, leur bilan agronomique, leur autonomie et finalement deux indicateurs économiques : le revenu net agricole et le solde de trésorerie.

Nous privilégions l'étude de la « vulnérabilité » (un état éventuellement permanent) et de la « résilience » des exploitations agricoles (une capacité, et donc un état non permanent) ». Nous utiliserons donc le terme de « viabilité » pour qualifier les résultats qui portent sur la globalité des échelles : l'étude à l'échelle territoire et l'étude à l'échelle exploitation. La viabilité d'une exploitation résulte donc de la durabilité, économique, sociale, environnementale et institutionnelle au niveau de l'exploitation mais aussi au niveau du

territoire. Cette définition de la viabilité d'une exploitation agricole intègre également les notions de résilience.

Figure 2: Graphique de viabilité



3.3 Vulnérabilité et résilience

Il existe de nombreuses définitions pour définir ce qu'est la vulnérabilité, nous en avons retenu deux : i) La vulnérabilité peut être décrite comme une fonction des risques et des menaces diminuée des options adaptatives et réponses face aux problèmes (Thomalla, Downing et al., 2006). Finalement et d'un point de vue pragmatique, la vulnérabilité et la durabilité peuvent être vues comme les deux faces d'une même pièce (Winograd, 2006) et ii) Pour Dercon (op cité) la vulnérabilité désigne l'existence et l'ampleur d'une menace de pauvreté et de misère, le danger qu'un niveau de bien-être socialement inacceptable se réalise. La vulnérabilité peut être définie comme l'ampleur de la menace de pauvreté, mesurée ex ante, avant que le voile de l'incertitude ne soit levé. La vulnérabilité est liée au risque, à une situation de faiblesse. Les possibilités de croissance sont minées. La vulnérabilité est en rapport avec un sentiment d'insécurité, de danger latent dont les individus devraient se méfier, quelque chose de grave peut arriver et provoquer la ruine.

La notion de résilience est souvent associée à celle de vulnérabilité pourtant ces deux concepts sont bien différents : i) La résilience a ses origines dans la théorie du développement psychologique et humain. Ce mot décrit en général la capacité de l'individu de faire face à une difficulté ou à un stress importants, de façon non seulement efficace, mais susceptible d'engendrer une meilleure capacité de réagir, plus tard, à une difficulté. Diverses études ont examiné la résilience au sein de groupes exposés à la guerre, à la pauvreté et à la maladie chronique. Ces études et d'autres recherches ont permis de cerner les caractéristiques des personnes qu'on dit « résilientes ». Selon Dercon la résilience est issue d'un équilibre entre, d'une part, les difficultés (les risques et les chocs) et, d'autre part, la capacité de faire face à la situation. Lorsque les difficultés excèdent les facteurs de protection de l'individu, même les personnes qui ont fait preuve de résilience antérieurement peuvent être dépassées ; et ii) « La résilience, c'est l'aptitude des individus et des systèmes (les familles, les groupes et les collectivités) à vaincre l'adversité ou une situation de risque. Cette aptitude évolue avec le temps ; elle est renforcée par les facteurs de protection chez l'individu ou dans le système et le milieu ; elle contribue au maintien d'une bonne santé ou à l'amélioration de celle-ci.

Il existe également deux définitions très pertinentes de la résilience selon Guderson & Holling(2002) : i) La première est « traditionnelle » : la résilience détermine le niveau de vulnérabilité d'un système soumis à des perturbations aléatoires (donc non-attendues) qui peut excéder la capacité de contrôle du système jusqu'à la rupture. Elle est basée sur les options de stabilité, de résistance aux perturbations et de vitesse de retour à l'équilibre, à la situation

normale de base. Ces auteurs la définissent comme « engineering resilience ». La résilience concerne en ce sens également des chocs ou perturbations non attendus qui peuvent, ou non, avoir été prévus. C'est une vision déterministe et somme toute assez figée, et ii) La seconde considère la résilience comme la capacité d'un système à expérimenter des perturbations tout en maintenant ses fonctions vitales et ses capacités de contrôle. Dans cette dernière, c'est donc bien la capacité d'un système à résister en maintenant l'essentiel de sa structure et de son fonctionnement tout en incluant la possibilité d'un changement, tant dans la structure que dans les modalités du fonctionnement du moment que cela fonctionne. Elle est basée sur les conditions qui maintiennent un équilibre initial mais potentiellement instable qui peut déboucher sur un autre équilibre. On peut la mesurer par la magnitude ou le niveau de perturbations que peut absorber un système jusqu'à la rupture ou le changement de structure du système. Ces auteurs la définissent comme une « ecosystem resilience ». Cette vision paraît plus pragmatique pour les systèmes vivants ou humains ou la part du déterminisme est nettement moins prévisible. Conway (1987), enfin, définit la durabilité comme la capacité d'un agro-écosystème à maintenir sa productivité lorsqu'il est soumis à des événements perturbateurs majeurs, de toute nature. Il introduit ainsi la notion de résilience.

Quels sont les liens entre les concepts et les indicateurs ? La vulnérabilité rend compte des pressions extérieures auxquelles les individus sont soumis. Cependant, ces derniers ne sont pas démunis de toute capacité de réaction, comme le souligne le concept de résilience. Pour analyser la vulnérabilité, il faut non seulement identifier le risque global encouru par chaque ménage ou individu dans un lieu et à une époque donnée, mais aussi leur capacité de réaction ou de résilience, c'est-à-dire l'ensemble des capacités de réaction permettant de mettre en œuvre toutes les possibilités qui s'offrent à eux pour résister aux effets négatifs du choc et de se reprendre. En effet, bien que contraints par une large variété de risques, les individus agissent sur leur environnement et leurs conditions de vie dans le cadre des stratégies offensives et préventives. Les trois facteurs retenus pour étudier la vulnérabilité et la résilience : i) L'exposition aux risques/description des risques, ii) la capacité de résister aux chocs et stratégies de réaction et iii) l'effet dynamique des chocs

3.4 Les risques et les chocs

Le risque se dit d'une situation où chaque action mène à un ensemble de résultats possibles spécifiques dont la valeur est connue, chaque résultat étant jumelé à une probabilité spécifique. Le risque au niveau micro-économique et méso-économique apparaît comme un facteur primordial à prendre en compte et la résilience des systèmes productifs sera dépendante de la capacité à identifier et gérer les risques de toutes natures, en particulier les risques de culture, les risques climatiques, les risques économiques (liés à la volatilité des prix) et les risques écologiques longtemps négligés au profit d'une rentabilité immédiate d'où la prise en compte de notion de durabilité depuis le rapport Brundland. La gestion de ces risques dans un monde devenu de plus en plus incertain et dérégulé apparaît comme une composante majeure des stratégies paysannes. Les phénomènes de diversification des cultures et activités, la recherche de systèmes de culture plus durables et moins soumis aux aléas dont certains ont fait leurs preuves depuis longtemps deviennent prioritaires pour les producteurs. L'incertitude génère une forte demande en sécurité et, de façon générale, en stabilité. Il semble impossible de vouloir comprendre les stratégies paysannes si on ne peut convenablement identifier et intégrer les risques. Le risque façonne l'offre agricole au moins autant que le niveau des prix (Boussard et al, 2005). S'il semble acquis que la volatilité des prix n'a qu'une influence très faible sur le niveau global de la production dans un pays, l'impact sur l'exploitation agricole peut être beaucoup plus grand et mettre en péril la reproduction du système quand les prix sont trop bas.

Il existe différentes façons de classer les risques, selon leur fréquence, leur nature, leur type. Les deux risques retenus, en général, comme les plus importants et le plus souvent aléatoires vus de la position de l'agriculteur sont le risque climatique qui joue sur les pratiques culturales et agronomiques et les choix techniques tel le niveau d'intensification et le risque économique (volatilité des prix, stratégie de spéculation...). Il ne faut cependant pas négliger l'importance des autres types de risques notamment les risques sociaux.

Dercon distingue trois natures de risques différents : i) Risques de rendement : ces risques sont dus à une mauvaise récolte, conflits violents, déprédation des récoltes par des animaux sauvage. Pour un niveau donné dans l'utilisation des intrants, le niveau de production est risqué pour des raisons tenant à des facteurs non contrôlés par les producteurs : le climat, dégâts causés par des infestations d'insectes ou de maladies. L'insécurité, les guerres civiles peuvent être également facteurs directs ou indirects de risque en désorganisant les marchés agricoles (Dercon, 2007 ; Krishnan, 2000), ii) Risques de prix : Les producteurs doivent souvent considérer les prix des produits et des intrants comme incertains (volatilité) et iii) Risques liés à l'utilisation d'actifs familiaux: maladies animales, maladies humaines. Les producteurs utilisent souvent des matériels agricoles, des animaux, des bâtiments dont l'indisponibilité (défaillances mécaniques, maladies des animaux, destruction de bâtiments) affecte le niveau de la production. La main d'œuvre agricole peut être également indisponible pour des raisons liées au cycle de vie (maladies, accidents, etc.) qui sont très importants dans les zones rurales des pays en voie de développement (PED). Enfin, parmi les éléments affectant l'utilisation d'actifs durables, on retrouve également les risques institutionnels.

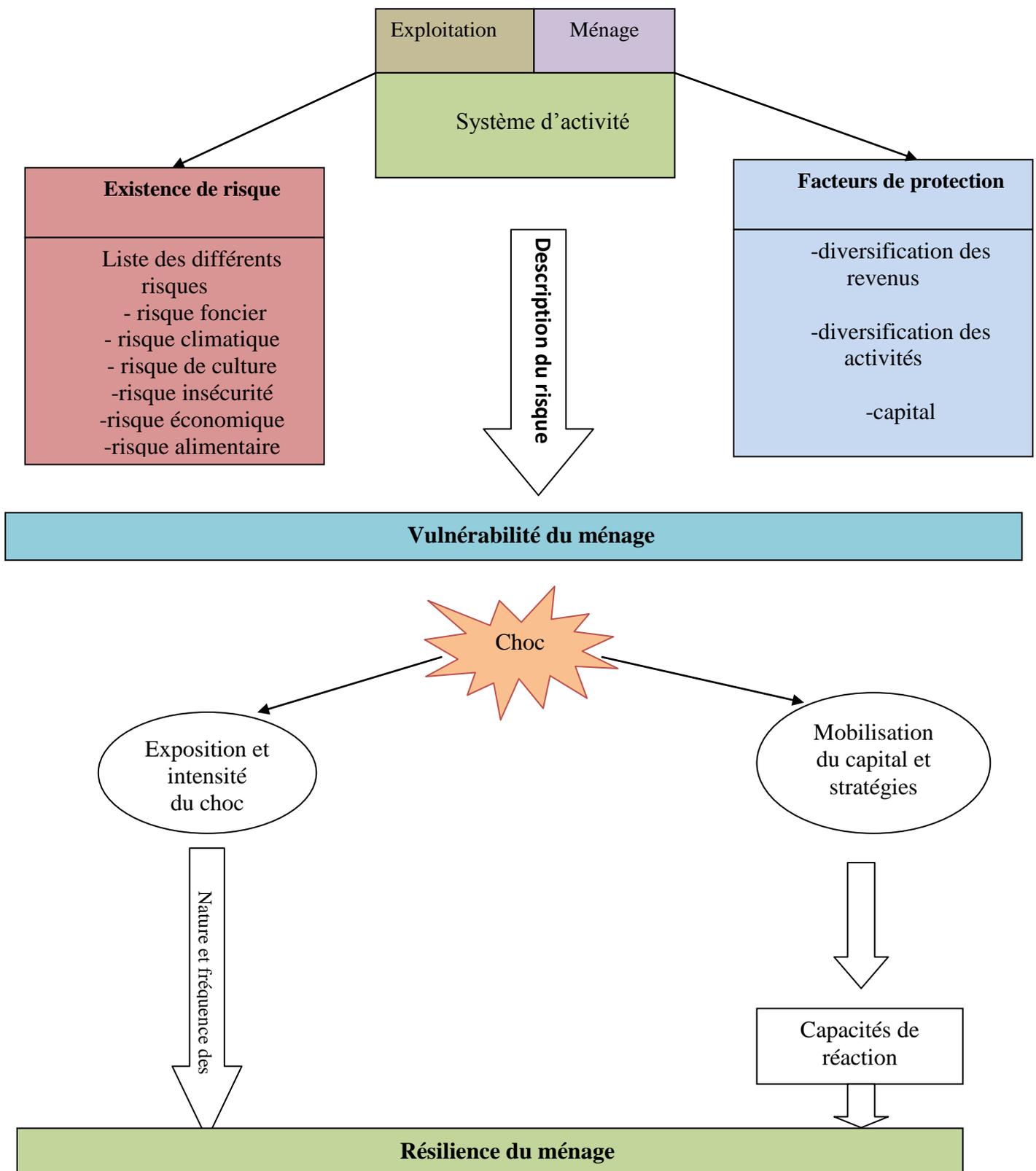
3.5 La vulnérabilité alimentaire

Le concept de sécurité alimentaire a profondément évolué depuis le début des années 1980. La sécurité alimentaire est définie comme l'accès des populations, en tous temps et tous lieux, à une alimentation saine, équilibrée, adaptée à ses activités et à ses préférences alimentaires (Courade et al, 2003, Egg et Gabbas, 1997). Parler d'insécurité alimentaire introduit la notion de risque. Face à la concrétisation d'un ou de plusieurs de ces risques, les individus pourront résister au choc en mobilisant leurs capacités : plus la structure des capacités sera forte et diversifiée, moins l'individu sera vulnérable (Gondard-Delcroix C. Rousseau, 2006).

3.6 Capacité de réaction face à un risque et stratégie de gestion des risques

Une des parties la plus florissante de la littérature sur les chocs concerne les stratégies qu'adoptent les ménages pour faire face à ces chocs (Dercon, 2007 ; Briet 2005, Gondard-Delcroix, 2007). Suite à un choc, les ménages ont des stratégies pour faire face aux chocs ex-post, pour lisser la consommation et l'alimentation une fois que les chocs ont eu lieu, si les marchés formels de crédit et d'assurance sont insuffisants ou inexistant, ils peuvent utiliser l'épargne, souvent sous la forme d'animaux vivants, constituée comme un élément de la stratégie préventive contre le risque ; ou s'engager dans des réseaux informels de soutien mutuel, des associations basées sur le clan ou le voisinage, par exemple, ou même dans des groupes plus formels comme les sociétés funéraires (Dercon, 2004). Le 'risk management' ou stratégie de gestion des risques, consiste à réduire le risque affectant le revenu total après le choc mais concerne aussi et surtout toutes les stratégies qui sont mises en place avant et/ou après le choc. Le ménage ou le producteur agricole s'adapte au risque en recherchant un revenu d'espérance plus faible mais aussi moins risqué. Si les ménages agricoles ont de l'aversion au risque, alors ils sont prêts à recevoir un revenu moindre. La réduction du risque pesant sur le revenu agricole peut être obtenue de différentes manières : la spécialisation, la diversification des cultures ou des revenus, la décapitalisation... La capacité de réagir face à un choc mobilise deux composantes : il s'agit d'une part du capital que le ménage possède et des stratégies qu'il met en place (amis/famille, épargne, zébu) et d'autre part, il s'agit de la

Figure 1 : schéma de vulnérabilité et résilience des systèmes d'activité



Source : M. Bar, 2011

capacité de ces ménages à mobiliser leur capital face à un choc. Deux ménages qui possèdent le même capital, à peu près, et qui font face au même type de choc ne réagiront pas de la même façon.

Un exemple classique de gestion du risque est celui de la diversification des revenus, dans laquelle les activités et les actifs sont diversifiés afin de disperser les risques ; ou alors les ménages optent pour la formation de portefeuilles d'activités et d'actifs faiblement risqués, avec des activités biaisées vers plus de certitude aux dépens du rendement moyen. En effet, les ménages ruraux et urbains des pays en développement cultivent généralement plusieurs variétés, certaines ayant des risques limités mais un rendement moyen faible ; ils élèvent à la fois du gros et du petit bétail et sont impliqués dans une multitude de petites activités commerciales, de migrations temporaires (Dercon 2004). Souvent pour réduire la variabilité du revenu, le ménage diversifie ses activités et donc les risques. Reardon (1997) montre à partir de 25 études réalisées en Afrique, que le revenu des ménages agricoles est constitué pour près de la moitié (45%) de revenus non agricoles. La diversification des revenus peut également se décliner en terme de revenu agricole en-dehors du ménage et / ou de revenu non agricole : travail salarié en-dehors du ménage, migration rurale-urbaine, transferts de la famille élargie, revenus d'activités commerciales (artisanat, petit commerce...).

Les ménages se spécialisent dans des activités qui, le plus souvent, sont adaptées à leur environnement, ils cultivent en fonction des maladies, des périodes de sécheresse et autres aléas climatiques. Le ménage peut choisir des activités et se spécialiser dans des activités moins risquées mais qui lui rapporteront moins. En cas de choc, les ménages feront le choix de mobiliser ou non leur capital. L'agent peut s'adapter notamment en substituant certains types de capitaux à d'autres, mais l'agent ne peut substituer ces différents types de capitaux à l'infini, en effet, certains types sont complémentaires et non substituables.

Les stratégies des ménages telles que la diversification et la décapitalisation sont reconnues comme un élément majeur de la gestion du risque lorsque les marchés du crédit et de l'assurance sont imparfaits. Les chocs peuvent avoir des effets durables : les moyens de production peuvent être détruits ou vendus pour survivre, la santé ruinée, les enfants retirés de l'école. La prise en compte de la notion d'opportunité implique de prendre un risque en intégrant la nouveauté mais ce risque peut être limité et mesuré (par exemple selon que l'on applique une nouvelle technologie à l'ensemble des surfaces ou juste à une partie). C'est d'ailleurs souvent de cette façon que procèdent les producteurs avec une expérimentation quasi permanente de technique ou de nouveautés à petite échelle et pas-à-pas. La non-prise d'opportunité implique aussi un risque : celui de ne pas avoir accès à un moment donné à un ensemble de techniques amélioratrices. Les portefeuilles diversifiés ou faiblement risqués. Les stratégies de diversification des risques ne sont pas accessibles à tous les ménages. Une autre conséquence des chocs est la déscolarisation de nombreux enfants.

3.7 Trappe à pauvreté et augmentation de la pauvreté

Le risque est un facteur explicatif important des niveaux de pauvreté et de misère. L'aversion au risque conduit à laisser de côté les opportunités rentables au profit de choix moins risqués aux rendements espérés plus faibles. De nombreux comportements concordent avec le concept d'aversion au risque, et, plus important, démontrent que l'aversion au risque est plus élevée lorsque les revenus espérés sont plus faibles, en particulier dans les pays en développement (Newbery et Stiglitz 1981).

4 Résultats

L'analyse présente ici ne constitue qu'une illustration qui porte sur l'impact des choix techniques sur une parcelle et son incidence sur quelques indicateurs économiques de l'exploitation. Ce résultat ne représente qu'une étape dans un travail plus global en cours.

Un certain nombre d'hypothèses sont testées et une partie seulement est présentée dans cette communication à titre d'exemple ; i) La diversification peut être une stratégie ex ante ou ex post. Il existe plusieurs formes de diversification, ii) Le capital que les ménages possèdent conditionne leur vulnérabilité et leur capacité de résilience iii) Les ménages n'ont pas tous la capacité à transformer une augmentation du niveau de revenu en augmentation du niveau de vie, iv) Le degré de risque d'une parcelle détermine l'investissement que les agriculteurs sont prêts à faire. La stratégie des paysans dépend de la qualité et du risque des parcelles, v) Il y a moins d'intérêt à investir sur une parcelle en métayage que sur une parcelle en propriété (dire d'acteurs) vi) selon leur niveau d'aversion au risque, certains paysans préfèrent faire de l'extensif avec un revenu certain que de l'intensif avec un revenu incertain. Les tableaux 1, 2 et 3 en annexe reprend les variables retenues pour l'étude.

La base de données du Réseau de ferme de référence (RFR)

L'exemple choisi concerne une exploitation type réelle, issue du Réseau de Fermes de Références, représentative d'une classe issue de la typologie. L'agriculteur est dans un système agricole conventionnel du lac Alaotra, son système en culture pluviale est du type rotation arachide/manioc/jachère. *Son terrain est en location pour 3 ans, il ne fait pas d'investissement sur ce terrain, pas de sarclage et il cherche à optimiser ses rendements.* L'agriculteur est intéressé par un nouveau système de culture qui se développe au lac : le semi direct sur couverture végétal (SCV). Plusieurs trajectoires possibles vont être testées sur ce paysan pour voir quelle serait pour lui, la meilleure opportunité de changement. Du fait qu'une année sur trois est en jachère, dans la situation initiale, le solde de trésorerie de l'exploitant est extrêmement volatile (de même pour le solde cumulé et le « résultat » ou marge nette de l'exploitation).

1^{ère} trajectoire :

L'exploitant remplace un hectare de ses cultures traditionnelles par un hectare de culture en scv « classique » associant du riz et du maïs. (rouge)

2^{ème} trajectoire:

Le système de SCV peut se faire avec différentes variétés, une autre trajectoire possible pour l'agriculteur est de faire du maïs/niébé/riz (vert). Ce système était le système « optimal » dans le contexte du lac jusqu'en 2008.



Figure 2 : solde de trésorerie de l'exploitant avant le choc

Le changement de système de culture (rouge) permet à l'exploitant d'avoir un solde qui est beaucoup plus stable dans le temps qu'avec la situation de référence. Ce changement de système lui permet également d'accroître son solde cumulé, qui, à terme, lui permettra de capitaliser et d'augmenter sa capacité de financement et d'investissement. Le deuxième système de culture en SCV utilisée au lac Alaotra (vert), stabilise le solde et l'augmente, il apparaît comme étant une trajectoire plus intéressante pour l'exploitant que la trajectoire précédente.

1^{er} choc : hausse du prix des engrais

La majeure partie des exploitants tendait à adopter l'itinéraire technique SCV optimal (en mauve) basé sur une rotation bisannuelle maïs/dolique-riz avec intensification en engrais minéraux à hauteur de 150kg/ha de NPK/urée. Cependant à partir de 2008, suite au doublement du prix des engrais, les agriculteurs ont éliminé l'utilisation d'engrais de leur technique de culture. Nous pouvons nous demander si ce choix est justifié et si le retour à la situation initiale est le meilleur choix pour les exploitants.

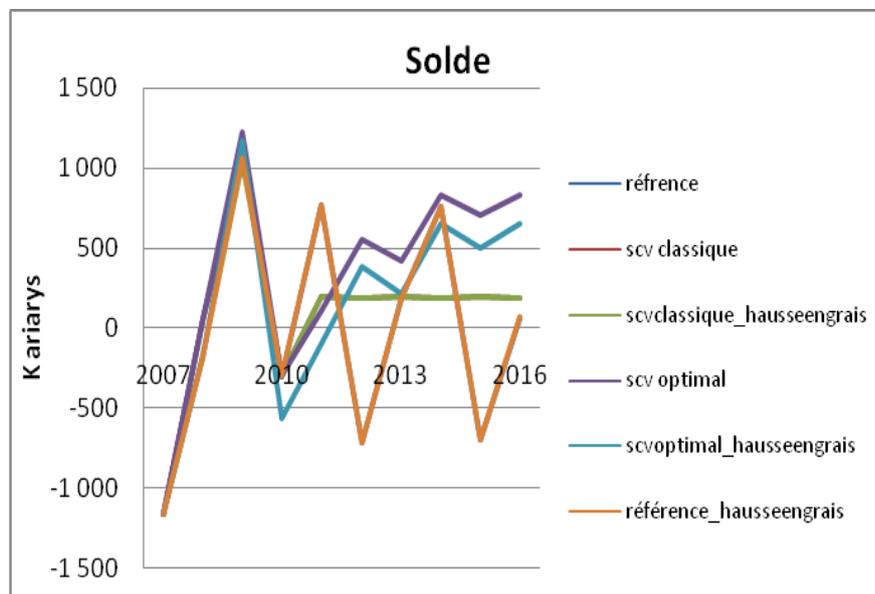


Figure 3 : solde de l'exploitant après une hausse du prix des engrais de 50%

La figure 3 montre l'impact du choc dû à une hausse du prix des engrais. Malgré une hausse des engrais de 50%, la trajectoire qui reste la plus intéressante pour l'exploitant celle du SCV classique (en vert), pourtant plus gourmande en engrais que la première. Nous pouvons donc constater que le SCV dit « optimal » est un système plus résilient que le système de SCV « classique », qui lui pourtant, n'utilise pas d'engrais. Si l'on s'intéresse au solde cumulé, les résultats obtenus grâce à cette trajectoire (SCV classique) sont nettement supérieurs à ceux obtenus avec la première méthode. Les résultats de ces scénarii remettent en cause les stratégies d'abandon de ces techniques par les paysans, les choix des exploitants peuvent cependant se justifier par le fait qu'ils peuvent craindre des hausses ininterrompues et croissantes des coûts des engrais et préfèrent alors s'orienter vers d'autres techniques.

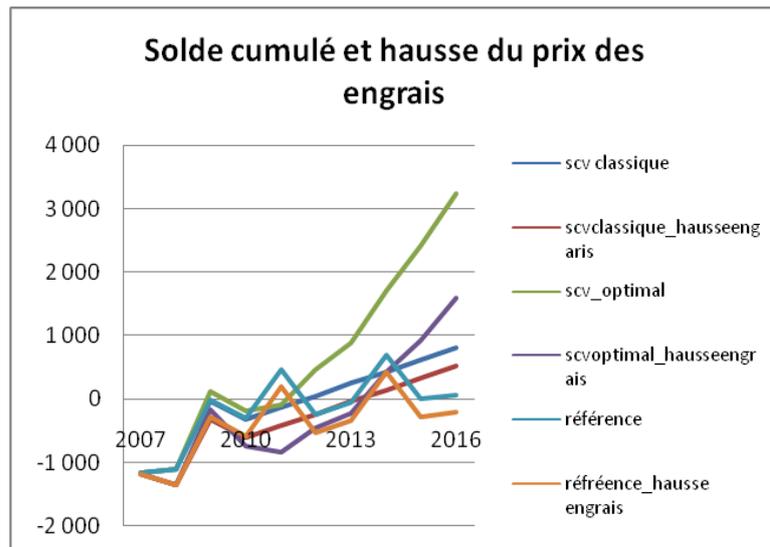


Figure 4 : solde cumulé et hausse du prix des engrais

2^{ème} choc : baisse du prix du riz de 40%

Le deuxième système de SCV qui donne les meilleurs résultats.

3^{ème} choc : les deux types de chocs cumulés : une hausse du prix des engrais et une baisse du prix du riz.

Lorsque l'exploitant doit faire face à plusieurs chocs, une hausse du prix des engrais au moment de la culture et une baisse du prix du riz au moment de la vente, c'est une fois encore la deuxième technique de SCV qui obtient les meilleurs résultats.

Comme nous l'avons vu au début de l'analyse, le choix de l'association maïs/niébé/riz permet à l'exploitant d'obtenir un solde plus élevé que les autres trajectoires. La deuxième partie de l'analyse nous a permis de relever le caractère très résilient de ce système, à la fois face à une hausse du prix des engrais, de la baisse du prix du riz et face au cumul de ces deux chocs. Le choix du deuxième itinéraire SCV va permettre au producteur, en cas de trajectoire « normale » d'accroître son solde, son solde cumulé et son résultat. L'exploitant ayant obtenu de meilleurs résultats au niveau de sa trésorerie réduit sa vulnérabilité en cas de choc et l'excédent de solde cumulé lui permettra de pouvoir mobiliser des liquidités en cas de problème, ce système accroît la résilience de l'exploitant. Le fait que les paysans aient arrêté ce système doit trouver des explications dans l'exploitation et l'étude d'autres variables que celles utilisées dans ces scénarii.

Conclusion

L'intérêt général de cette étude n'est pas de donner une mesure de la vulnérabilité et de la résilience des systèmes d'activité, qui serait à la fois acceptée par tous, objective et descriptive mais plutôt de proposer des pistes de réflexion et des concepts clés permettant d'aborder cette notion compte tenu des spécificités locales.

Le projet Bv-Lac (et l'outil RFR associé) est centré sur les paysans encadrés (avec quelques paysans non encadrés de référence). Beaucoup de projets agricoles ont été menés dans la zone d'intervention de Bv-lac depuis les années 1960 : cet échantillon comporte donc des biais liés aux types d'intervention. Avec les bases de données BV-lac, il est important de travailler également avec des fermes qui ne sont pas encadrées par le projet, soit en enquêtant des fermes totalement hors projet, soit en reconstituant des itinéraires par la simulation avec le logiciel Olympe. Les simulations issues des deux bases de données permettent l'étude de la

vulnérabilité et de la résilience à travers la mesure d'impact de différents scénarii pour appréhender les effets de différents types de chocs sur un système d'activité.

Lorsque l'on s'intéresse à des problématiques liées à la vulnérabilité et la résilience des systèmes d'activité, il est important d'avoir recours à différents types d'outils ; nous avons montré dans cette étude, que les analyses pouvaient être enrichies grâce à des logiciels de simulation (Olympe)³. Les résultats que nous avons obtenus ont besoin d'être approfondis, et s'inscrivent plus dans une illustration des possibilités qui s'offrent au projet OAM que dans une validation définitive des hypothèses qui nous intéressent⁴.

Les résultats illustratifs très partiels présentés dans cette communication nous ont permis de faire un état des lieux des différentes bases de données en ayant comme ambition de proposer des pistes de réflexion sur la viabilité des exploitations agricoles. L'identification d'indicateurs pertinents permet de mieux appréhender les scénarii et améliore la comparaison entre situation.

Bibliographie

Bar M. (2011). Indicateurs de vulnérabilité, résilience durabilité et viabilité des systèmes d'activité au Lac Alaotra, Madagascar. CENTRE D'ETUDES ET DE RECHERCHES SUR LE DEVELOPPEMENT INTERNATIONAL. (UMR CNRS 6587). UNIVERSITE D'Auvergne. Mémoire Master 2 « Analyse de projet ». 121 p.

Bosc P.M., Le Cotty T ; (2010), *La viabilité des différentes formes d'organisation de la production*, Note méthodologique ATP Viabilité, CIRAD

Boussard JM, Gérard F, Piketty MG (2005). *Libéraliser l'agriculture mondiale ? : Théories, modèles et réalités*. Ed Quae, Montpellier , 2005.

Briet P., 2005, *Activité des ménages en période de crise : des solutions diverses face à un problème commun. Changements induits dans les campagnes malgaches par l'évolution des prix des produits agricoles*, Colloque scientifique, FOFIFA / SCAC6 – 7 décembre 2005, Antananarivo

Brundtland GH (1988). Notre avenir à tous : rapport Brundtland. Brundtland Commission (WCED). Commission mondiale de l'environnement et du développement. Editions du Fleuve, Montréal, QC, CA.

COURADE G (2003). *Quel avenir pour l'Afrique sub-saharienne?* Conférences et débats de l'Université de Perpignan, 2003

Cauvy S., Penot E., (2009), *Mise au point des scénarios en analyse prospective et des simulations sur les exploitations agricoles du réseau de fermes de référence*, Document de travail n°43, BV-Lac, 28p.

CIRAD (document collectif), (2010), *Comment aborder la performance des systèmes productifs agricoles par une approche intégrée prenant en compte les ressources globales ?* Note méthodologique, document de travail.

Chia E, Dugué P (2006). *Les exploitations agricoles familiales sont-elles des institutions?* Cahiers Agricultures, vol 15, n° 6, 2006. P498-505

³ et également d'économétrie : (avec le logiciel Stata, non présentés dans ce document.

⁴ Une étude parallèle et une comparaison des résultats a été menée sur la base des données du ROR dont les résultats ne sont pas présentés ici par manque de place

- Conway GR (1987) *The properties of agroecosystems*. Agricultural systems, Volume 24, Issue 2, 1987, Pages 95-117 1987 Elsevier
- Dercon S. (2004). Growth and shocks: evidence from rural Ethiopia. *Journal of Development Economics*. Volume 74, Issue 2, August 2004, Pages 309-329.
- Dercon S.(2007), *La vulnérabilité : une perspective microéconomique*, Vulnerability: A Micro Perspective, Université d'Oxford
- Durand C ., Nave S ., (2007). *Les paysans de l'Alaotra, entre rizières et tanety. Étude des dynamiques agraires et des stratégies paysannes dans un contexte de pression foncière, Lac Alaotra, Madagascar*, Rapport de stage ESAT 1, IRC, 123 p.
- Courade et al, (2003). Violences ordinaires. Sous la dir. de P. Janin et A. Marie, in *Politique africaine*. Tiers-Monde. Année 2003. Volume 44. Numéro 176. p. 938.
-
- Egg J et Gabas JJ (1997). La prévention des crises alimentaires au Sahel et le rôle des dispositifs d'information ? *Statéco n° 87-88, août-décembre 1997*. 20 p
- Gondard-Delcroix C. (2007). *Entre faiblesse d'opportunités et persistance de la pauvreté : la pluriactivité en milieu rural malgache*, cahier du GRES, Cahier n° 2007 – 04 Février 2007
- Gondard-Delcroix C., Rousseau S. (2006), *Vulnérabilité et stratégies durables de gestion des risques : Une étude appliquée aux ménages ruraux de Madagascar*, Développement Durable et Territoires
- Garin P & Penot E (2009). Des savoirs aux savoirs faire : l'innovation alimente un front pionnier : le lac Alaotra de 1897 à nos jours. Colloque LOCALISATION ET CIRCULATION DES SAVOIR-FAIRE EN AFRIQUE. Maison Méditerranéenne des Sciences de l'Homme, Aix-en-Provence. 19 et 20 Mars 2009. Accepté dans la Revue d'Anthropologie des Connaissances, in press.
- Gunderson, L. Holing. H., CS (2002). *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems*, Island Press. 360 p.
- Krishnan P (2000). *Vulnerability, seasonality and poverty in Ethiopia*. The Journal of Development Studies, 2000 - Taylor & Francis
- INSTAT (2006). *Rapport annuel*.
- Landais E. (1997). Agriculture durable : les fondements d'un nouveau contrat social ? *Le Courrier de l'environnement n°33*, avril 1998
- MAEP. (2004). *Rapport annuel*.
- Newbery, David M.G. Stiglitz, Joseph E. (1981). *The theory of commodity price stabilization: A study in the economics of risk*. Ed Clarendon Press (Oxford and Oxford and New York). Book (ISBN 0198284179). 446p.
- Oustry M., (2007), *Analyse des causes de non remboursement des crédits au lac Alaotra à Madagascar, quelles implications pour les groupements de crédits à caution solidaire, les institutions financières et le projet BV-Lac*, Mémoire ESAT 2, IRC SupAgro, France, Montpellier, 146p.
- Penot E., Feintrenie L. & Simien A (2005). Analyse prospective, construction de scénarios et analyse des stratégies paysannes avec l'outil de modélisation des exploitations agricole Olympe.

Communication pour le séminaire Olympe des 9 et 10 décembre 2005, Rouen, ESITPA ; CD Rom édité par ESITPA, Rouen

Penot E., Deheuvels O. (2007), *Modélisation économique des exploitations agricoles, modélisation, simulation et aide à la décision avec le logiciel Olympe*, L'Harmattan, Paris, pp 9-21.

Penot E., (2008). *Mise en place du réseau de fermes de références avec les opérateurs du projet*. Document de travail du PROJET BV-LAC N° 4

Ribier V., Le Coq J. F., Pesche D., (2005) *Evaluation transversale des projets FSP d'appui aux politiques agricoles et à la sécurité alimentaire dans les pays de la ZSP*, CIRAD Tera

Reardon T (1997) *Using evidence of household income diversification to inform study of the rural nonfarm labor market in Africa*. World Development, 1997, vol 25, n° 5. p 735-747.

Thomalla F, Downing T, Spanger-Siegfried E, Guoyi Han, Rockström J. (2006). Reducing hazard vulnerability: towards a common approach between disaster risk reduction and climate adaptation. *Climate change and disasters*, Volume 30, Issue 1, pages 39–48, March 2006

Winograd M. (2006). M. « Sustainability and vulnerability indicators for decision making : Assess the two side of the same coin » Colloque « Usages des indicateurs de développement durables » Montpellier, 3-4 avril, 2006 Montpellier

Annexe 1 : indicateurs de durabilité

Concept	Thèmes	Indicateur Ménage		
durabilité	Durabilité économique	<p>Produit brut Marge brute Nb de salariés familiaux et permanents Marge nette Valorisation de la journée de travail Productivité du travail</p> <p>Revenu du ménage Revenu par personne Culture rapportant le plus d'argent</p> <p>Dépense Part des dépenses alimentaires Dépenses par tête Dépenses exceptionnelles</p> <p>Epargne</p> <p>Crédit (crédit d'investissement et de fonctionnement)</p> <p>Emprunt à vocation agricole/ emprunt non agricole</p> <p>Solde de trésorerie (= CAF)</p> <p>Ratios Ratios couverture des CI par l'emprunt Ratio d'intensification Retour sur Investissement Ratios autoconsommation</p> <p>Solde accumulé</p>		
	<p>Commerce</p> <p>- Offre/demande/Prix/enclavement</p>	<p>Accès à l'info généraliste (radio et téléphone)</p>		

	<i>Emploi/chômage</i> (cf capital humain vulnérabilité)	portable) Accès route Part des actifs Parts des inactifs dans le ménage		
	Durabilité sociale - Capital social (Cf résilience) - Equité - Rapport hommes femmes - Sécurité	Insécurité Confiance voisins		
	Durabilité sanitaire - Santé mère et enfants - Accès à l'eau	Accès aux vaccins et aux soins médicaux Nb d'enfants complètement vaccinés Moustiquaire Accès à l'eau		
	Durabilité environnementale - Erosion - Biodiversité - eau - impact des innovations	Construction d'1 indicateur actuellement Biodiversité évolution des insectes utiles à la production Disponibilité et qualité de l'eau Pb d'irrigation récurrent Perception des SCV Adoption des scv		
	Durabilité institutionnelle/Gouvernance - service public - gouvernance - APD			

Annexe 2 : typologie des risques

Type de risque	Idiosyncratiques	Covariants	
Définition	Risques affectant un individu ou un ménage : microéconomique	Risques affectant des groupes de ménages ou des communautés : mésoéconomique	Risques affectant des régions ou des nations entières : macroéconomique
Naturel		Pluies torrentielles Glissement de terrain Eruption volcanique	Tremblement de terre Inondations Sécheresse Vents violents
Sanitaire	Maladie Accident Invalidité Vieillesse Deces	Epidemie	
Social	Criminalité Violence domestique	Terrorisme Gangstérisme	Troubles civiles Guerre Perturbations sociales Variation du prix des denrées
Economique		Chômage	
Alimentaire		Déplacement Mauvaise récolte	Effondrement de la croissance de la population Hyperinflation Crise de la balance des paiements, ou crise alimentaire ou crise monétaire Choc alimentaire Choc sur les termes de l'échange
Politique		Emeutes	Abandon des programmes sociaux par les gouvernements Coup d'état
Environnemental		Pollution Déforestation Catastrophe nucléaire	

Source : Banque Mondiale, 2001, p. 160

Annexe 3 : stratégie de gestion des chocs

Objectifs	Mécanismes informels		Mécanismes formels	
	Individus et ménages	Fournis par le groupe	Fournis par le marché	Fournis par l'état
Limiters les risques	<ul style="list-style-type: none"> - Soins de santé préventifs -Migration -Sources de revenus plus sûres 	<ul style="list-style-type: none"> -action collective d'infrastructure, digues, terrasses -gestion des ressources communes 		<ul style="list-style-type: none"> -bonnes politiques macroéconomiques -politique environnementale -politique d'éducation et de formation -politique de santé publique -infrastructures, barrages, route -politique active sur le marché du travail
Diversification	<ul style="list-style-type: none"> -diversification des cultures et des parcelles -diversification des sources de revenu 	Associations professionnelles tontines	<ul style="list-style-type: none"> - Compte d'épargne dans les institutions financières - microfinancement 	<ul style="list-style-type: none"> -vulgarisation agricole -libéralisation du commerce - protection des droits de propriétés
Assurance	<ul style="list-style-type: none"> -investissement dans le capital physique et humain -mariage te famille élargie -métayage -stocks régulateurs 	Investissement dans le capital associative (réseau, association, rites, échanges, cadeaux)	<ul style="list-style-type: none"> -rente viagère -assurance invalidité et autre 	<ul style="list-style-type: none"> -régime de retraite -assurance obligatoire contre le chômage, la maladie, l'invalidité et autres risques
Remédier aux chocs	<ul style="list-style-type: none"> -vente de biens -emprunts à des prêteurs -travail des enfants -réduction de la consommation alimentaire -migration temporaire ou saisonnière 	-transfert au sein des réseaux de solidarité	<ul style="list-style-type: none"> -vente actifs financiers -emprunts auprès d'institutions financières 	<ul style="list-style-type: none"> -aide sociale -travaux d'utilité collective -subvention - fonds sociaux -transferts en espèce