



10^{ième} Journées de Recherches en Sciences Sociales (JRSS)
Paris-La Défense – 8 et 9 décembre 2016

Analyse des systèmes agroforestiers du territoire de Vavatenina à Madagascar

Stratégies de mise en valeur, perceptions paysannes et résilience

Juliette Mariel*1, Eric PENOT*2, Isabelle Michel*3, Pascal Danthu*4

*1 Agroparistech/Université de Montpellier. *2 CIRAD UMR Innovation, *3 IRC/Suapagro Montpellier et *4 CIRAD, Dr Madagascar

Résumé

A Vavatenina (Madagascar), la comparaison de la situation entre 1966 et 2016 a montré une forte évolution (0 à 20 % du territoire) des systèmes agroforestiers complexes (SAF). Issus de cultures pérennes en monoculture (café), la tendance est à la diversification (girofler, litchi, vanille, autres fruitiers et arbres à bois de chauffe ou d'œuvre, plantes médicinales). Le contexte agro-écologique et économique (accès aux marchés) et social influent fortement sur la structure des SAF et sur les stratégies paysannes. Ces SAF jouent un rôle croissant en termes de résilience des systèmes productifs face à des risques économiques croissants (volatilité des prix). On est globalement passé d'une résilience « apparente » directe (autoconsommation du riz produit) à une résilience « économique » indirecte basée sur plusieurs cultures de rente avec une profitabilité largement supérieure ce qui constitue une stratégie originale dans le contexte malgache d'incertitudes multiples.

Mots clés: Agroforesterie, diversification, résilience, girofle, Madagascar

Summary

This study focus on agroforestry systems (AS) in the area of Vavatenina on the east coast of Madagascar, their evolutions over 50 years, their characteristics and their impact on the resilience of local farms. Comparing the situation in 1966 (Dandroy monograph published in 1973) with that of 2016 show a strong increase (from 0 to 20% of the territory) of complex agroforestry systems and their importance for local farms. From perennial crops in monoculture (mainly coffee), the trend is now to diversification and crop intensification on the same plot (coffee, clove, lychee, vanilla, other fruit trees, firewood or timber trees, medicinal plants...). The agro-ecological context (isolation, soils fertility...), as well as economic (access to markets) and social heavily influence the structure of local AS and farmers' strategies from self-consumption to market oriented.

AS play an increasing role in terms of resilience for production systems facing significant economic risks due to agricultural prices volatility. In addition to AS positive externalities on the environment, we observed a move from directly "apparent" resilience based on rice production for self-consumption to an indirect "economic" resilience based on several cash crops with much higher profitability in agroforestry systems which is an original strategy in the Malagasy context of multiple uncertainties.

Key words; agroforestry, diversification, resilience, clove, Madagascar

Ce travail a bénéficié d'une aide de l'état générée par l'agence nationale de la recherche au titre du programme "Investissements d'avenir" portant la référence ANR-10-LABX-001-01 Labex Agro et coordonnée par Agropolis Fondation

Analyse des systèmes agroforestiers du territoire de Vavatenina à Madagascar. Stratégies de mise en valeur, perceptions paysannes et résilience

Juliette Mariel*1, Eric PENOT*2, Isabelle Michel*3, Pascal Danthu*4

*1 Agroparistech/Université de Montpellier, *2 CIRAD/UMR Innovation, *3 Suagpro/IRC Montpellier, *4 CIRAD/DR Madagascar

1 Introduction

L'agroforesterie est présentée comme une forme durable de valorisation de la terre du fait qu'elle repose sur la mise en œuvre de pratiques de gestion en accord avec le milieu et son contexte (agroécologique, économique et culturel) et qu'elle permet d'augmenter la production totale du système cultivé (Bene *et al.*, 1977). Parmi les nombreuses formes de systèmes agroforestiers (SAF) définies et décrites par la recherche, la typologie simplifiée de Michon et de Foresta (1999) distingue 2 formes : i) Les SAF simples caractérisés par un nombre réduit d'espèces pérennes en association (1 à 2) et par une couverture du sol composée d'espèces annuelles ou pluriannuelles et ii) Les SAF complexes basés sur une structure similaire à celle de la forêt, c'est-à-dire qui associe un grand nombre d'espèces pérennes, de lianes et d'herbacées. Les systèmes agroforestiers sont des systèmes cultivés diversifiés et durables (Nair, 2007). L'évaluation de la durabilité des exploitations entraîne la mesure de la résilience, définie comme étant « la capacité d'un système à expérimenter des perturbations tout en maintenant ses fonctions vitales et ses capacités de contrôle ». Promouvoir l'agroforesterie et les systèmes agroforestiers (SAF) dans les exploitations agricoles implique donc d'évaluer en quoi ces systèmes contribuent à la résilience globale de l'exploitation (Gallopín, 2002).

Dans la région d'Analanjirifo à Madagascar (figure 1), où près de 90% des agriculteurs actuels plantent des girofliers (R.O.R., 2012), une typologie des SAF fut créée sur la base de la présence de cette culture de rente (Tiollier *et al.*, 2014) : i) Les parcs arborés cultivés et/ou pâturés, considérés comme des SAF simples, ii) Les SAF à girofliers, considérés comme des SAF complexes.

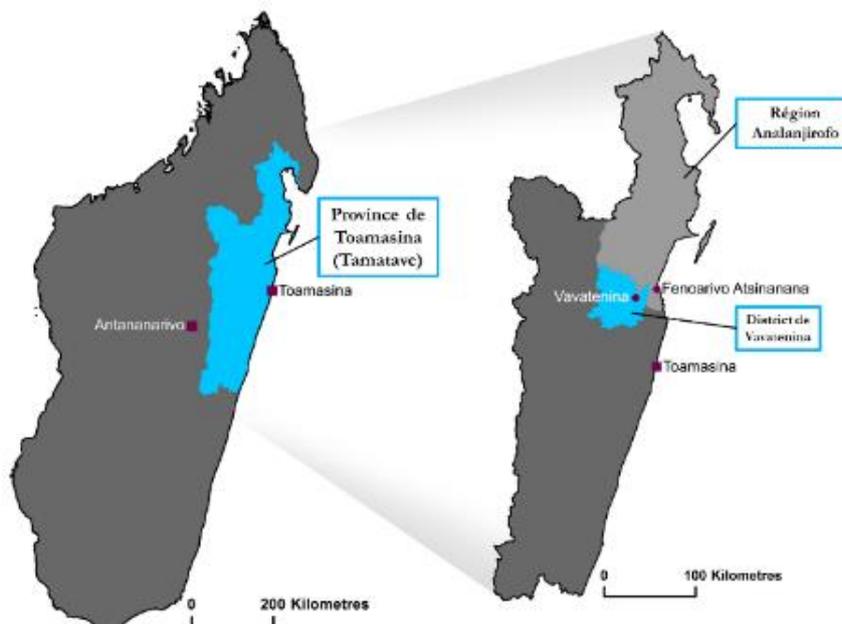


Figure 1: Localisation géographique de la zone d'étude (District de Vavatenina). Source : FTM Foiben-Taosarintanin'i Madagasika

La description des SAF complexes à girofliers a conduit à identifier la présence d'autres cultures de rente (caféiers, vanilles, litchis et poivres), de nombreux arbres fruitiers et d'arbres à bois pour le feu et la construction, de plantes médicinales ou à usages divers (Arimalala, 2014).

L'étude menée par C. Fourcin (2014)¹ dans la région d'Analanjirifo a montré que les revenus générés par le giroflier permettent aux exploitations, non autosuffisantes en riz, d'assurer leur sécurité alimentaire par l'achat du riz manquant. Mais une dépendance forte des agriculteurs au giroflier les rend plus vulnérables aux risques économiques (volatilité des prix à l'exportation), aux risques des cultures (bio-agresseurs) et climatiques (impact des cyclones). Face à cette vulnérabilité de la monoculture, les producteurs développent des stratégies paysannes centrées sur la diversification des productions et des époques de production, et sur leur combinaison dans des systèmes SAF, qui permettent d'améliorer la capacité à être résilient face à ces risques.

Les autres formes de SAF, présents dans la région, n'avaient pas encore été étudiées, de même que le rôle des autres espèces associées au giroflier dans l'analyse du fonctionnement des exploitations malgaches et de leur résilience. La réalisation d'un diagnostic agraire par Dandoy en 1966 (Dandoy, 1973), sur tout le district de Vavatenina, a fourni des informations historiques riches et précises sur la situation de l'agriculture à cette époque ce qui a permis la comparaison avec la situation actuelle. Une analyse d'images faite par drone en 2016 et une série d'enquêtes chez les producteurs a permis d'obtenir une information très précise sur la situation actuelle. Ceci a conduit à choisir ce territoire comme terrain d'enquêtes pour l'étude des SAF et l'analyse diachronique du territoire. Afin de pouvoir comparer les deux situations (1966 et 2016) en comprendre l'évolution et l'apport de ces systèmes dans la résilience des exploitations agricoles locales. La problématique de recherche est basée sur l'analyse de la contribution des systèmes agroforestiers complexes à la résilience des exploitations face aux risques économiques du point de vue de la stabilité des revenus et de la sécurité alimentaire.

2 Méthodologie

2.1 Terrains d'enquêtes et dispositifs de récolte des données

La méthodologie repose sur une enquête approfondie auprès de 27 agriculteurs ce qui a permis l'étude de 31 parcelles agroforestières. Une typologie des structures d'exploitation et une typologie des SAF ont permis de construire les objets modélisés avec le logiciel Olympe (Penot, 2012). Une typologie de comportement et l'analyse des stratégies paysannes fournissent des éléments analytiques de la résilience. La résilience est analysée sous un angle économique, évaluée sur des systèmes exposés à des risques de fluctuation des prix du marché. Les indicateurs d'évaluation choisis sont ceux utilisés dans l'étude de C. Fourcin (2014) de manière à pouvoir recouper judicieusement les résultats avec des indicateurs communs homogènes (et comparer ultérieurement les deux zones).

Le terrain enquêté correspond à la zone diagnostiquée par Dandoy en 1966. Cette zone appartient au district de Vavatenina avec 3 communes : Vavatenina, Ambohibe et Maromitety. Un village par commune est enquêté : Vohibary, Marovato et Ankorovana, identifiés par Dandoy comme étant les plus représentatifs des caractéristiques des 3 zones agroécologiques définies (plaine d'Izafo, basses collines, marges forestières) (figure 2). Un dernier terrain, situé hors de la zone de Dandoy mais proche de la ville de Vavatenina, fut enquêté pour avoir un échantillon plus représentatif des disparités d'accès au marché. Il se situe proche de la RN22 et de l'axe routier Tamatave/Fenerive-est et appartient à la commune de Mahambo, du district de Fenerive-est, avec 2 villages, Fotsialanana et Garacinq.

L'objectif était de caractériser les principaux SAF existants et non de faire une enquête exhaustive. Une enquête partielle (EP) ou complète (EC) était réalisée suivant la disponibilité de l'agriculteur et la qualité de l'échange. Le nombre de SAF analysés (31) est supérieur au nombre d'enquêtes car certains agriculteurs possèdent plusieurs SAF. Les enquêtes complètes se déroulent en deux temps : i) 1^{er} entrevue : visite de la parcelle SAF et entretien portant sur le système d'activité de l'agriculteur (exploitation et ménage) ii) 2^{ème} entrevue : entretien sur le(s) SAF visité(s). L'enquête partielle se compose d'une seule entrevue avec la

¹ A CIRAD/ESSA team is implementing research activities on clove, agroforestry and local farming systems since 2010 in this area.

visite de la parcelle et un entretien portant surtout sur le SAF et complété par des questions sur l'agriculteur et son exploitation.

A la fin des enquêtes par village, une réunion de type focus-groupe fut organisée avec l'ensemble des agriculteurs enquêtés afin de restituer le travail réalisé dans sa globalité et de partager certains résultats pour avoir la validation des acteurs.

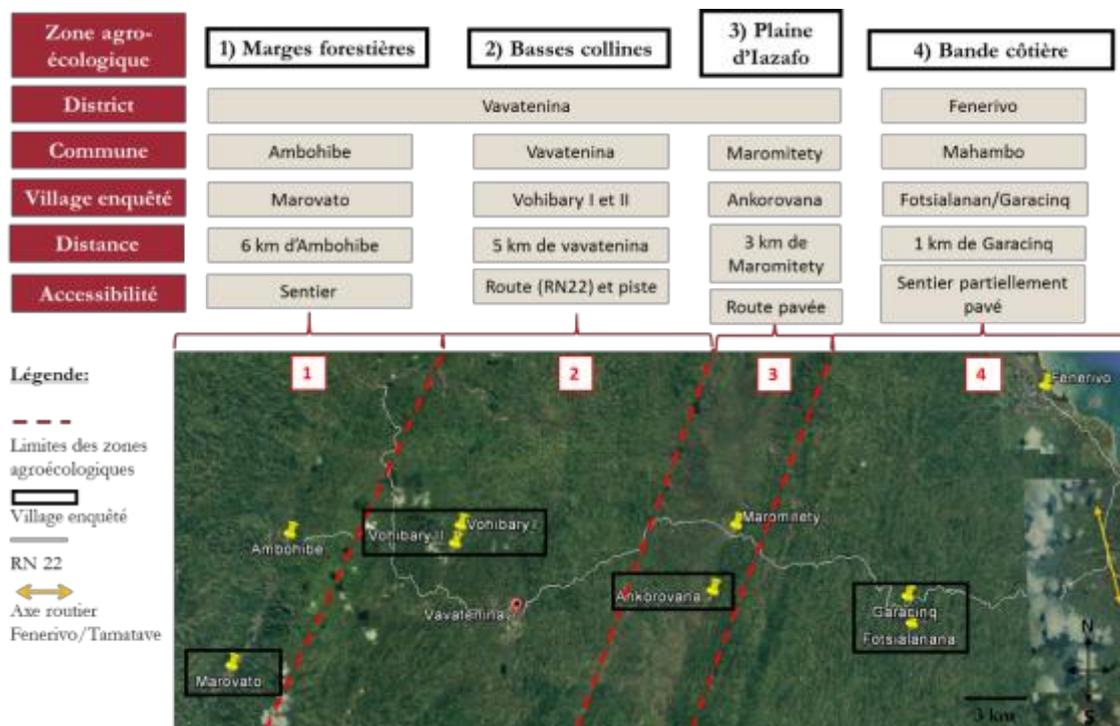


Figure 2: Localisation des villages enquêtés selon les zones agroécologiques définies par Dandoy

2.2 Analyse des données sur les exploitations agricoles et les ménages

Le questionnaire n°1 cible les systèmes d'activités que constitue le couple exploitation agricole/Ménage (Chia, 2005). Il vise à comprendre le fonctionnement technico-économique des exploitations et à recueillir des informations sur le ménage au cours des 2 dernières années (2014-2015). La construction des questions s'est basée sur un questionnaire Olympe type afin de récolter les données nécessaires à l'utilisation du logiciel (données économiques sur les coûts, les productions, les prix et les temps de travaux au niveau exploitation et au niveau ménage). Un premier fichier Excel identique à celui de 2014 pour la zone de Fénériver-Est (Fourcin) a été réalisé pour intégrer les résultats des 2 zones et permettre d'avoir une base de données globale pour les 2 études (2014 et 2016). Les principales données calculées utilisées comme critères majeurs de l'analyse économique sont données dans le tableau 1 suivant en fonction de l'échelle d'analyse :

Echelle : Système de production	Echelle : Système d'activité
Rendements à l'hectare et à l'arbre/plante	Résultat d'exploitation (Revenu Net Agricole)
Produit brut de chaque culture (PB)	Revenu total net calculé (RTN calculé)
Marges brutes et marges nettes de chaque culture et des élevages (MB, MN)	Revenu total net réel (RTN réel)
	Solde de trésorerie

La typologie structurelle permet de discriminer les exploitations qui sont ensuite modélisées sous Olympe. Les critères sélectionnés pour la discrimination reposent en partie sur ceux utilisés par C. Fourcin car les exploitations sont fondamentalement très proches en termes de structure (mais pas forcément en termes de stratégies paysannes). Les 2 critères discriminants principaux sont : i) l'autosuffisance en riz et ii) le niveau de revenus et l'origine des revenus agricoles.

La typologie comportementale a pour but de caractériser les stratégies des agriculteurs en termes de gestion et d'utilisation des revenus, et donc de leurs facteurs de production. Les critères de discrimination utilisés sont : i) la variabilité interannuelle du solde de trésorerie (à l'équilibre ou non) ii) la nature de la décision prise par les agriculteurs pour faire face à un solde fluctuant d'une année sur l'autre, iii) la nature de la variable d'ajustement des revenus utilisée au cours de l'année par les agriculteurs.

2.3 Analyse des données sur les systèmes agroforestiers (SAF)

Le questionnaire n° 2 sur les SAF a pour but de récolter des données qualitatives et quantitatives sur : i) les formes de valorisation des espèces : vente, alimentation humaine et animale, usage à bois de chauffe et bois d'œuvre, usage médicinale, usage lié à une tradition où une valeur symbolique etc...ii) les avantages et contraintes du SAF dans son intégralité et vis-à-vis de certaines de ces productions, iii) la perception par les agriculteurs des externalités positives, iv) les raisons et les objectifs des plantations récentes et v) les projets envisagés (plantations, abattages etc...). De nombreuses données économétriques sont recueillies sur les espèces valorisées pour la vente et/ou l'autoconsommation dans la perspective de la modélisation.

Les informations issues d'observations et de mesures à la parcelle agroforestière ont plusieurs finalités : i) la création de la typologie structurelle des SAF et ii) la description de l'état de maturité du SAF, de son environnement et de sa localisation. Pour cela, un inventaire de l'ensemble des espèces présentes est réalisé associant à chaque espèce de cultures de rente et d'arbres fruitiers un nombre de pieds et leur état *productif* (mature productif vs juvénile non productif). Le terme *exploitable* est aussi utilisé pour faire référence à un niveau de développement et de croissance d'un arbre à bois suffisant pour être élagué en vue d'un usage particulier (combustible ou bois de construction). Ces informations permettent de construire des paramètres écologiques structurants les SAF qui sont les suivants : i) la richesse spécifique de chaque catégorie de plantes : cultures de rentes, arbres à bois, arbres fruitiers, ii) l'abondance relative de chaque espèce : cela par rapport à la catégorie de plantes à laquelle elle appartient ou par rapport à l'ensemble des plantes présentes dans le SAF et iii) l'état de maturité du système global relativement à l'état *productif* ou *exploitable* des espèces.

Cette typologie structurelle des SAF présente 2 finalités : i) mettre en évidence la diversité des SAF par une caractérisation précise de leur composition et de leur structure et ii) créer des SAF types moyens représentatifs en vue d'être modélisés pour évaluer leur contribution dans la résilience des exploitations. La sélection des critères discriminants privilégie une approche sous un angle économique. Cet objectif justifie le choix des cultures de rente comme critère discriminant principal et surtout le fait d'avoir mis au même niveau des espèces écologiquement bien différentes en termes de morphologie et de fonctions au sein de l'agroécosystème (lianes et plantes ligneuses). La typologie se fonde sur le critère discriminant de la proportion relative des cultures de rente, à savoir : le giroflier, le caféier, la vanille et le litchi. La culture du poivre étant anecdotique au sein de l'échantillon, elle n'est pas prise en compte dans le calcul. La proportion de chaque culture de rente est calculée relativement au nombre total de pieds (non productifs compris) de l'ensemble de ces cultures, ligneux et lianes confondus. Une culture de rente est dite dominante et sert de 1^{ier} critère discriminant à partir d'un nombre de pieds en proportion relative au total supérieure à 50 %. La 2nd discrimination est réalisée grâce à la 2^{ème} culture de rente la plus abondante dont la proportion varie entre 20 et 30%.

Pour réaliser une analyse diachronique de l'évolution du territoire de Vohibary, 2 cartes ont été utilisées : une carte de 1966 disponible dans le rapport de Dandoy et une carte réalisée à partir de photographies aériennes prises par drone en juin 2016 (une dizaine de vols du drone ont permis de recouvrir 73% de la surface total du territoire s'élevant à 205 ha). Le traitement des photographies aériennes a nécessité un travail de superposition et de raccord des images entre elles (logiciel utilisé : Photoshop) afin d'obtenir la photographie complète de toute la surface survolée par le drone. Ensuite l'identification des différents

systèmes de culture à partir de la photographie (et validations sur le terrain) a permis de construire la carte de l'occupation du territoire actuelle (logiciels utilisés : ArcGIS et GGIS).

2.4 La modélisation des exploitations agricoles avec le logiciel Olympe

Olympe est un logiciel de modélisation et de simulation du fonctionnement des exploitations agricoles (Attonaty, 2009, Penot, 2012). Il est utilisé comme outil de compréhension des stratégies paysannes face à l'innovation et comme outil d'aide à la décision dans les projets de développement. Cette principale fonction est assurée par sa capacité à tester différentes variantes et les comparer entre elles (Penot *et al.*, 2010). Olympe est utilisé pour modéliser les SAF intégrés dans le système d'activité d'une exploitation type moyenne définie dans la typologie structurelle. L'objectif de cette modélisation est d'évaluer la contribution des SAF à la résilience globale des exploitations agricoles par la simulation de scénarios de fluctuation des prix.

2.5 La résilience économique choisi comme cadre théorique pour cette étude

Selon Gallopin (2002), la résilience est « *la capacité d'un système à expérimenter des perturbations tout en maintenant ses fonctions vitales et ses capacités de contrôle* ». Elle désigne donc à la fois une capacité à résister, à s'adapter et à transformer afin de reconstituer ses capacités. Parmi les fondements de la résilience définis par Lallau (Lallau, 2011), l'analyse de la vulnérabilité par une approche micro-économique permet d'évaluer la menace d'une exploitation de retomber dans une situation de pauvreté. Ainsi, une analyse rigoureuse de la résilience des exploitations requiert donc, d'une part, l'identification des risques auxquels elles peuvent être exposées et, d'autre part, l'évaluation de leur vulnérabilité. Dans la mesure où la résilience se fonde en partie sur les capacités d'action et de décision des agriculteurs (capacités), il apparaît indispensable de l'évaluer via une analyse des stratégies paysannes. Pour une analyse pertinente, il convient d'aborder un ensemble de caractéristiques de ces stratégies relatives aux aspects techniques de leur mise en œuvre mais aussi au contexte, aux objectifs voulus et aux résultats attendus (Lallau, 2011).

Parmi les risques auxquels les exploitations malgaches peuvent être exposées, seul le risque lié à la volatilité des prix du marché est étudié dans cette étude. La corrélation de la vulnérabilité avec le niveau de revenu et la consommation est négative (Gondard-Delcroix *et al.*, 2005) : des revenus et un pouvoir d'achat faibles (donnant accès à une alimentation peu qualitative et sécurisée) augmentent la vulnérabilité, ce qui réduit la résilience globale. Cette assertion justifie la pertinence de ces 2 angles d'approche pour l'évaluation de la résilience des exploitations agricoles face aux aléas économiques. Cette étude s'intéresse donc à la résilience liée à la sécurité alimentaire et à la stabilité du solde de trésorerie et des revenus agricoles, face à des aléas de nature économique. En résumé, une exploitation est considérée comme d'autant plus résiliente qu'elle présente des revenus agricoles relativement constants et stables d'une année sur l'autre (maintien de la structure d'activité) et qu'elle dégage un solde de trésorerie positif (capacité d'investissement). Ces deux critères sont garants d'une capacité du ménage à assurer sa sécurité alimentaire, conserver ou améliorer ses conditions de vie et éventuellement investir dans l'outil de production agricole. L'analyse des stratégies paysannes de gestion de la trésorerie est complémentaire à celle des indicateurs choisis afin d'évaluer la durabilité économique des exploitations.

2.6 Les systèmes d'exploitation modélisés

- **Exploitation agricole moyenne**

Les exploitations modélisées (nommées EA-moy) correspondent aux différents types structurels de la typologie, caractérisés par les valeurs moyennes et représentatives des exploitations appartenant au type. Elles sont définies selon les critères suivants (tableau 2):

A l'échelle de l'exploitation :

- Leurs variables (nombre de bouches à nourrir, d'actifs familiaux, de zébus capitaux)
- Leurs systèmes de culture (cultures, surfaces, charges opérationnelles)
- Leurs systèmes d'élevage (espèces élevées, nombre d'animaux)
- Les recettes diverses (location de terres, vente de zébu)
- Les dépenses diverses (achats de zébus)

Au niveau du ménage :

- Leurs activités extra-agricoles
- Leurs charges de structure (impôts, achats de terres, paiement de gardien)
- Leurs dépenses privées (riz, PPN, dépenses de santé, de scolarisation et autres)

Tableau 2 : Critères de définition des ménages et exploitation agricoles

Etant uniquement créées sur la base des critères de discrimination de la typologie (production de riz, niveaux et origine des revenus), une certaine diversité persiste encore dans chacun des types structurels ce qui explique des coefficients de variation souvent supérieurs à 30%. Ces EA-moy restent donc théoriques mais globalement représentatives.

- **Système agroforestier standard moyen**

Un SAF standard moyen (SAF-moy) correspond à la moyenne des SAF appartenant à chaque type structural obtenu à l'issue de la typologie. Il se caractérise par les abondances relatives moyennes des différentes catégories de plantes ainsi que les abondances relatives des espèces appartenant à ces catégories. A ces informations de nature structurale, s'ajoutent les données économétriques suivantes :

- Le rendement à l'arbre pour les cultures de rente
- La marge brute (MB) générée par la vente de fruits rapportée au nombre d'arbres productifs
- La MB *calculée* liée à la consommation de fruits rapportée au nombre de bouches à nourrir et au nombre d'arbres productifs
- Le niveau de consommation et la valeur du bois de chauffe (provenant des SAF) pour la cuisine et la distillation (production d'essence de girofle)
- Le coût estimé de cette consommation
- La valeur des principaux arbres à bois d'œuvre (valeur estimée en fonction de l'élément de construction produit)

2.7 Scénarios et simulation pour l'évaluation de la résilience

- **Les variantes d'exploitation basées sur le mode de valorisation des SAF**

Une partie des productions d'un SAF peut être valorisée par la vente et/ou l'autoconsommation. Ces produits sont : le café, les litchis, les fruits, l'igname et le bois de chauffe. La valeur de l'autoconsommation représente une non-dépense pour le ménage et permet de mettre en évidence l'économie faite en consommant les productions des SAF. Pour cela, 2 variantes sont créées pour chaque système d'activité modélisé (1 EA-moy + 1 SAF-moy) :

- 1 variante où toutes les productions sont valorisées au prix du marché pour comparer l'efficacité économique potentielle des SAF et leur impact potentiel sur le solde de trésorerie si la totalité de la production était vendue. Cette variante fournit un solde *potentiel*
- 1 variante où seule une partie de la production est vendue et l'autre autoconsommée (assimilée à une dépense du ménage) comme cela est le cas dans la réalité. Cette variante fournit un solde *réel* (après autoconsommation)

- **Les variantes d'exploitation basées sur les variations des prix de vente des cultures de rente**

Différents scénarios sont simulés afin d'analyser l'impact de la volatilité des prix sur les SAF et leur influence sur la résilience des systèmes modélisés. La résilience est évaluée sur le critère de stabilité dans le temps (pas de temps de 9 ans) des revenus issus de ces cultures de rente. Cette variabilité peut affecter les prix de vente du café, des litchis, de la vanille et des produits du giroflier (clous et essence). Les valeurs hautes et basses des prix choisies correspondent à celles annoncées par les agriculteurs lors de l'enquête pour les années 2014/2015. Pour chaque système modélisée (1 EA-mou+1SAF-moy), seules les variantes de prix correspondant aux cultures de rente dominantes dans le SAF sont appliquées.

3 Résultats et Discussion

3.1 Résilience « apparente » et « économique » : une adaptation des définitions au contexte malgache

Il est généralement admis que la capacité d'une exploitation à assurer sa sécurité alimentaire par l'autosuffisance en riz est gage d'une plus forte résilience face aux risques économiques puisque l'autoconsommation du riz met le ménage à l'abri de toutes fluctuations des prix. La riziculture, et en particulier la riziculture irriguée, contribue donc à une réduction de la vulnérabilité.

Cependant, en considérant la valorisation de la journée de travail (VJT), la riziculture est bien moins productive et rentable que la culture du giroflier (et de manière générale des autres cultures de rente). L'étude menée par C. Fourcin (2014) a permis d'évaluer une VJT moyenne de 3 820 Ar/h.j pour la riziculture irriguée en saison, d'environ 60 000 Ar/h.j pour la production de clous et de 38 400 Ar/h.j pour la production d'essence. Il apparaît donc plus intéressant pour le producteur de consacrer son temps et d'allouer ses facteurs de production aux cultures de rente qui permettent d'acheter, pour la même quantité de travail, entre 10 et 15 fois plus de riz. Si le marché et les prix sont stables, les cultures de rente apportent alors beaucoup plus de résilience par le biais de la monétarisation des activités et des produits.

Ce constat amène alors à distinguer 2 formes de résilience : i) une résilience « apparente », technique, centrée sur la production de riz pour assurer la sécurité alimentaire (autosuffisance ou non) et ii) une résilience « économique » centrée sur la monétarisation grâce aux cultures de rente stables sur le marché dont les revenus permettent l'achat de riz complémentaire. (Selon le niveau de revenu) La stabilité depuis 2010 du marché des produits du girofliers (Gouzien, Penot, Danthu *et al*)² et le contexte actuel local (promotion du développement de sa culture (Leydet, 2015)) ont conduit les ménages à modifier leur stratégie sur la sécurité alimentaire. Les exploitations agricoles se tournent davantage vers certaines cultures de rente (giroflier et litchi principalement) du fait de la persistance à moyen terme de prix rémunérateurs et d'un marché jugé stable donc plus sûr. Il est donc observé un glissement progressif des stratégies paysannes vers moins de riziculture et plus de cultures de rente. La résilience des exploitations passe donc d'une forme « apparente » à une forme « économique » avec une augmentation généralisée de la monétarisation des activités.

3.2 Des outils de typologie différenciés pour analyser la résilience

3.2.1 Typologie des exploitations

Selon les critères de l'autosuffisance en riz, du niveau de revenu et de l'origine des revenus agricoles, les exploitations enquêtées ont été différenciées en 7 types structurels définis dans la figure 3. La résilience de ces exploitations est donc analysée au regard des caractéristiques structurelles de ces différents types.

² Article en attente de parution : *Le girofle : poids dans l'économie malgache et place de Madagascar dans le marché mondial*

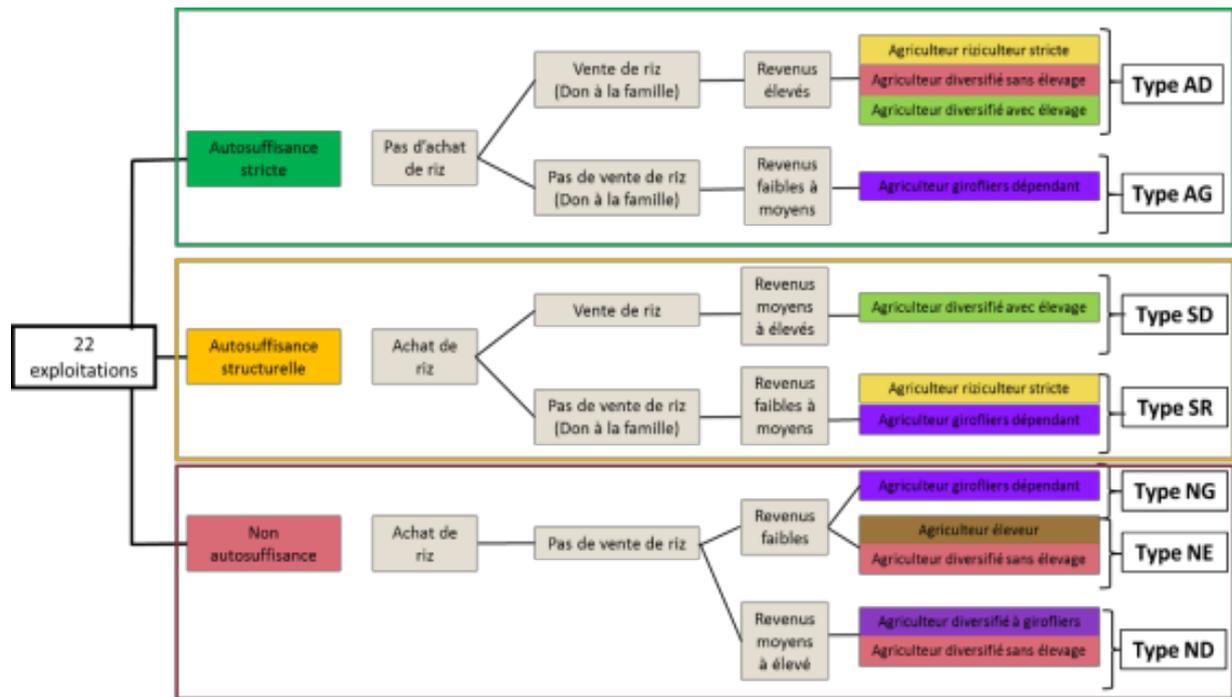


Figure 3: Formation des types structurels par discrimination des exploitations selon les critères retenus

3.2.2 Typologie des stratégies paysannes

La typologie comportementale (figure 4) permet de décrire les différentes stratégies employées par les agriculteurs pour gérer leurs revenus annuels et interannuels en fonctions des variations de productions (principalement des clous) et des différentes perturbations possibles : période de soudure, aléas de la vie (maladie, naissance, décès etc...) et chocs exceptionnels comme par exemple les cyclones.

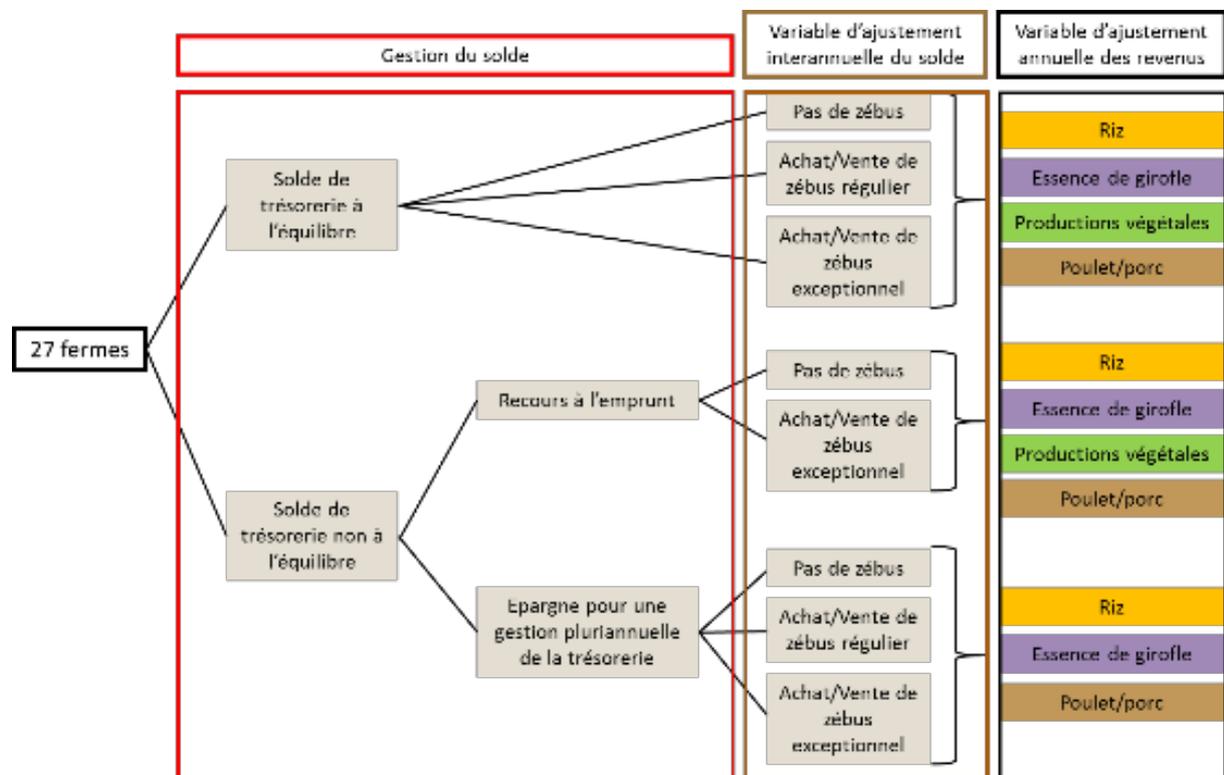


Figure 4: Discrimination des exploitations selon la variabilité de leur solde et les stratégies mises en place pour gérer cette variabilité et ajuster les revenus annuels

Ces différentes stratégies sont étroitement liées à l'origine des revenus des agriculteurs. Par exemple, ceux qui dépendent fortement de la production de clous de girofle arrivent plus difficilement à équilibrer le solde de trésorerie en raison de l'alternance de production interannuelle des arbres (Ledreux A., 1932). Ceci implique des stratégies d'épargne ou de diversification pour équilibrer les revenus d'une année sur l'autre.

Au contraire, les agriculteurs diversifiés, pour lesquels les clous et l'essence constituent moins de 35% de leurs revenus, peuvent compenser la faible production de clous des mauvaises années en valorisant les autres productions (issues de l'élevage et/ou d'autres cultures). La pratique de l'épargne, par la vente et l'achat régulier de zébus, pour rééquilibrer le solde les années difficiles nécessite d'avoir des revenus suffisamment élevés. Ainsi, les agriculteurs à faibles revenus peuvent difficilement avoir accès à ce moyen de gestion qui permet de faire face à des dépenses inhabituelles (hormis les agriculteurs éleveurs pour qui cet investissement fait partie intégrante des charges opérationnelles de l'exploitation). Ils se retrouvent donc contraints d'avoir recours à l'emprunt.

Les possibilités d'ajustement du revenu par rapport à la satisfaction des besoins sont multiples : riz, essence de girofle, produits de l'élevage et diverses productions végétales (principalement vanille, litchi, fruits). La variable choisie par les agriculteurs est liée à leur niveau de diversification et au contexte local favorisant inégalement certaines productions (riz dans la plaine d'Izafo, fruits sur la bande côtière, essence et élevage dans les marges forestières et les basses collines). Pour 4 des agriculteurs de l'échantillon, les SAF constituent le système de culture principal permettant l'ajustement des revenus.

3.2.3 Stratégies de développement potentiel du système d'activité

Pour l'ensemble des territoires villageois enquêtés, le facteur de production le plus limitant est le foncier, avec plusieurs causes concomitantes : la croissance démographique, le morcellement générationnel et le coût important des terres potentiellement disponibles. Le foncier limité et une faible dotation en capital impactent directement les capacités des agriculteurs ce qui constitue un véritable frein à leur développement. Il est donc intéressant de voir les stratégies qui seraient développées par les agriculteurs pour intensifier la production. Une question à choix multiples a été posée : si vous aviez aujourd'hui les moyens d'investir, que choisiriez-vous entre une parcelle en monoculture de girofliers avec 50 arbres, une rizière irriguée ou un SAF avec 25 girofliers, des pieds de vanille et de caféiers, et un mélange d'arbres fruitier et d'arbres à bois ? :

- 48% choisissent la rizière, système de culture le plus sécurisé grâce à l'irrigation
- 30% le SAF, système le plus diversifié et intensif
- 22% la monoculture de girofliers, système le plus rémunérateur dans les conditions actuelles du marché

Ces résultats confirment le constat fait que certains agriculteurs se tournent vers les cultures de rente (ici surtout le giroflier) pour assurer indirectement leur sécurité alimentaire, passant d'une résilience « apparente » à une résilience « économique ». L'alternance de production de clous, très contraignante pour les agriculteurs, les conduit à se diversifier, notamment via la mise en place de SAF. Au regard de la résilience « économique » définie, une stratégie de développement axée sur les SAF est jugée moins risquée et donc plus résiliente que celle centrée sur la monoculture de girofliers et la rizière irriguée.

3.2.4 Typologies et degré de résilience

La non-autosuffisance en riz rend théoriquement les exploitations agricoles plus vulnérable aux variations des prix des autres productions. Ce critère structurel permet de distinguer 3 degrés de résilience des exploitations liée à la sécurité alimentaire (figure 5).

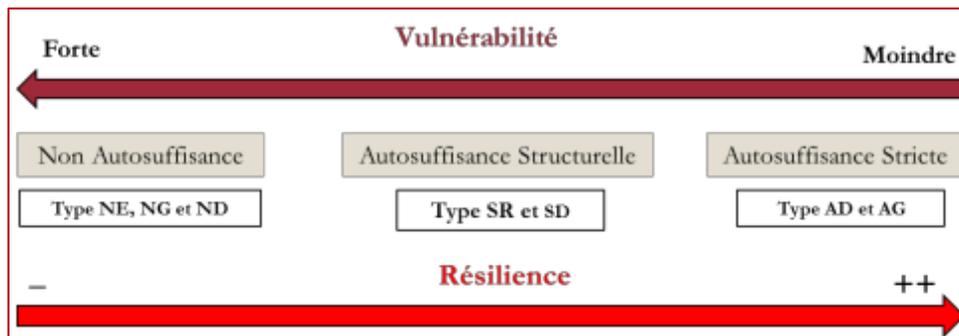


Figure 5: Echelle de vulnérabilité et de résilience des types d'exploitation selon l'autosuffisance en riz (descriptions des types structurels en annexe n°7)

Les exploitations non autosuffisantes ne produisent pas assez de riz pour subvenir à leurs besoins annuels. Elles ont donc recours à différentes sources de revenus pour acheter le riz manquant. Selon la nature de cette source de revenus, ces exploitations sont inégalement résilientes. La diversification est en faveur de cette résilience : si une des sources de revenus vient à diminuer brusquement, l'agriculteur peut recourir à une autre production pour acheter le riz dont il a besoin. Au regard de la résilience « économique », une diversification centrée sur le giroflier permet une meilleure sécurité alimentaire qu'une activité agricole essentiellement dépendante du giroflier.

Comme définie dans la typologie, une diversification sans élevage signifie une plus forte contribution de la vanille dans la constitution des revenus qu'une diversification avec élevage. Or cette culture est très soumise aux aléas du marché et n'est donc pas une source de revenus résiliente pour assurer la sécurité alimentaire. Les productions d'élevage sont vendues localement et ne sont donc pas touchées par les variations du marché à l'export. Dans cette diversification, le litchi contribue à la résilience « économique » notamment du fait de la constance de la demande et d'un marché globalement assuré depuis 2004 (Jahiel *et al.*, 2014). Le niveau de diversification des revenus permis par les SAF est donc clairement reconnu comme un facteur d'une meilleure résilience.

Face à la difficulté de maintenir un solde à l'équilibre, les agriculteurs emploient des stratégies différentes pour répondre à un besoin de trésorerie imprévu : le recours à l'emprunt ou une politique de gestion par l'épargne (figure 6).

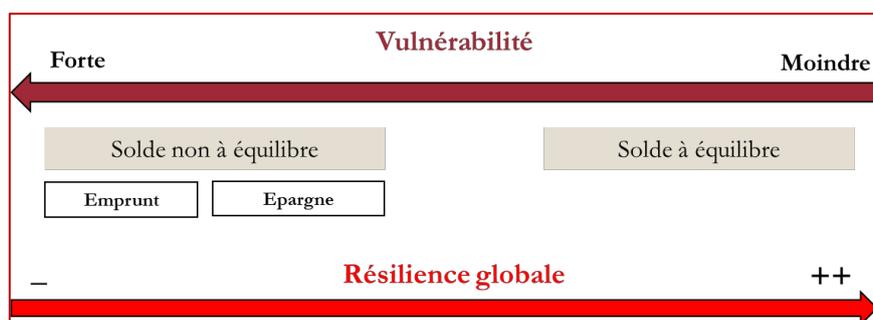


Figure 6: Echelle de vulnérabilité et de résilience établie selon la stratégie adoptée par les agriculteurs pour gérer les fluctuations interannuelles du solde

Par définition, le recours à l'emprunt relève d'une stratégie peu résiliente pour faire face aux fluctuations du solde de trésorerie : l'agriculteur fait preuve d'une faible capacité à anticiper. Face à un choc économique, il aura plus de difficulté à maintenir la structure d'exploitation et à conserver sa capacité de contrôle. Les agriculteurs qui développent une stratégie épargnante montrent une capacité à anticiper les variations de leurs revenus ; cela en investissant dans un zébu ou un porc durant les bonnes années. Si un choc économique les frappe, ils pourront utiliser cette épargne pour reconstituer leur solde et assurer le fonctionnement du système d'activité.

Les agriculteurs ont recours à différentes productions agricoles pour ajuster leurs revenus au cours de l'année. La nature de cette production influe sur la résilience globale des exploitations agricoles (figure 7).

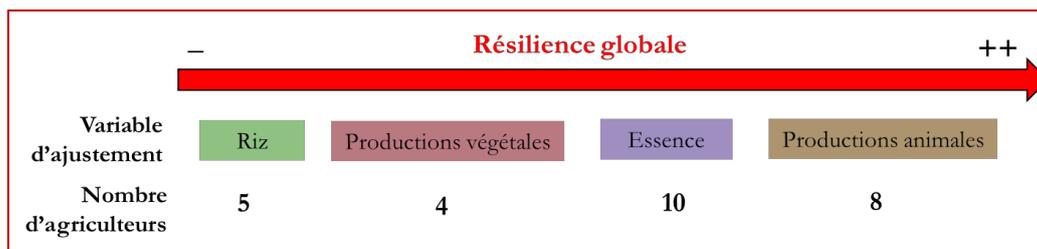


Figure 7: Echelle de résilience globale selon la variable utilisée pour ajuster annuellement les revenus

Les productions animales et l'essence facilitent la trésorerie au cours de l'année : l'agriculteur peut distiller ou vendre un poulet à tout moment, en fonction de ses revenus et de ses besoins. Vis-à-vis du marché à l'export, l'essence est moins stable que les productions animales qui sont vendues localement (figure 7). L'utilisation du riz impacte la résilience vis-à-vis de la sécurité alimentaire. C'est une production moins souple pour la trésorerie du fait qu'elle ne se récolte qu'une fois par an et que le stockage possible du riz est difficile (pettes et vols). La variable « production végétale » (figure 7), qui regroupent vanille, litchi, café et fruits, implique des productions étalées sur toute l'année ce qui permet à l'agriculteur d'ajuster régulièrement ses revenus par la vente de l'une d'entre elles et donc d'améliorer sa trésorerie. Du fait de la très forte volatilité de son prix, la vanille ne peut être une source fiable d'ajustement pour les agriculteurs qui la vendent vertes et donc ne peuvent pas la stocker. Les fruits présentent un certain degré d'incertitude du au caractère périssable et à l'absence de marchés structurés et stables avec le risque de ventes à perte.

3.3 Evaluation de l'impact des systèmes agroforestiers sur la résilience des exploitations agricoles

3.3.1 Systèmes d'activité modélisés

- **Exploitations agricoles théoriques moyennes : EA-moy**

Les 7 types structurels obtenus grâce à la typologie constituent les différentes structures d'exploitation modélisées dans Olympe. Chaque exploitation est caractérisée par les valeurs moyennes des exploitations appartenant au type : elles sont présentées sous forme de fiches descriptives en annexe 16.

- **Systèmes agroforestiers standards moyens : SAF-moy**

La typologie, basée sur la proportion relative des différentes cultures de rente, aboutit à définir 8 types de SAF comme présenté dans la figure 8 :

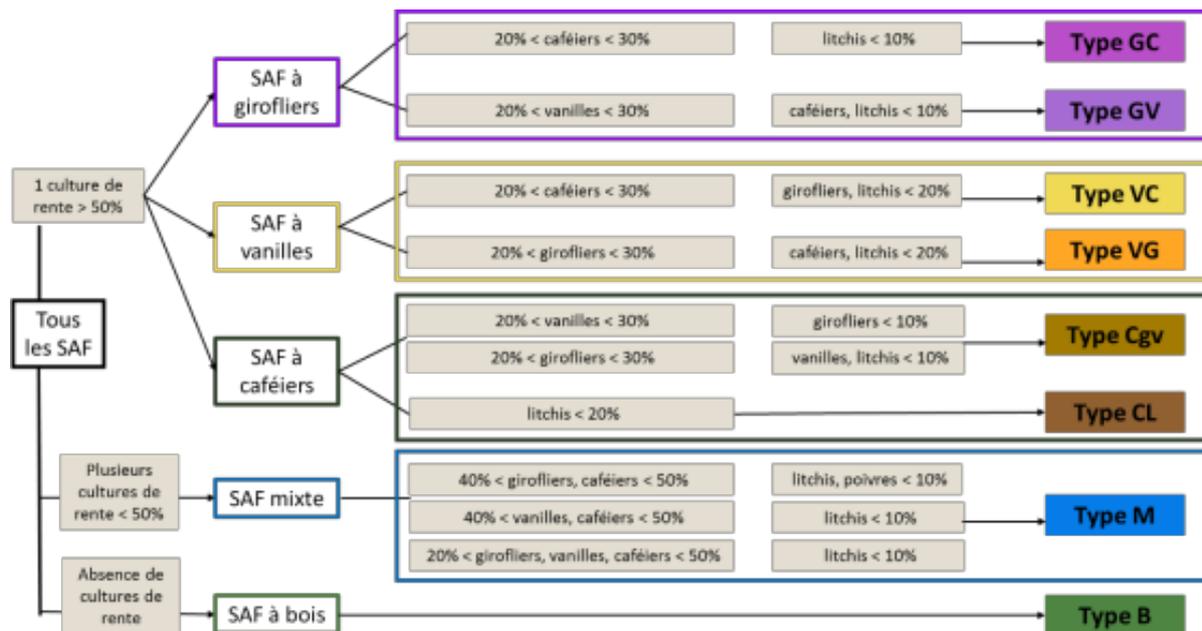


Figure 8: Formation des différents types structuraux par discrimination des systèmes agroforestiers (SAF) de l'échantillon selon l'abondance relative des cultures de rente (giroffier, vanille, café, litchi)

Chaque type structural de SAF est défini selon une composition en cultures de rente, en arbres à bois, en arbres fruitiers et autres plantes non pérennes sur la base de la moyenne des compositions des SAF du même type. Un raisonnement identique est appliqué pour l'attribution de données quantitatives relatives aux productions des SAF et à leur valorisation. Pour cette analyse, tous les SAF sont considérés comme des systèmes matures, c'est-à-dire que toutes les espèces immatures, donc non productives ou non exploitables au moment de l'enquête, sont assimilées à des espèces productives ou exploitables. Ce choix permet de rendre compte de la valeur potentielle de tous les types de SAF mais en le surévaluant.

- **Systèmes modélisés : EA-moy+SAF-moy**

Le SAF à bois (type B) n'est pas modélisé en raison d'une valorisation économique particulière qui n'apparaît qu'à la coupe du système en une seule fois.

Chaque SAF-moy est modélisé 2 fois avec 2 EA-moy différentes. Les EA-moy sont choisies en fonction de la répartition des SAF dans chaque type structural. Au total, 14 systèmes d'activité sont modélisés. Cette approche permet de se concentrer sur les binômes EA-moy/SAF-moy les plus représentatifs de la réalité locale.

3.3.2 Impact de l'autoconsommation de produits issus des systèmes agroforestiers sur le solde de trésorerie

Les soldes de trésorerie sont analysés en priorité car ils intègrent les dépenses familiales et permettent donc de voir l'impact de l'autoconsommation. Le solde est donc ce qui reste en numéraire (une fois toutes les dépenses d'exploitation et du ménage déduites) et il correspond à la capacité d'autofinancement de l'exploitation. L'autoconsommation est une dépense non réelle pour le ménage qui représente une économie importante pouvant être mesurée en faisant la différence entre le solde potentiel (avant autoconsommation) et le solde réel (après autoconsommation). Pour l'ensemble des systèmes modélisés, cet écart est relativement important. La valeur de cette autoconsommation est proportionnelle à la taille du ménage et le nombre de bouches à nourrir. La figure 9 illustre cette observation : le SAF VC (Vanille-Café) est associé au type structural AD³ qui comprend 4,4 bouches à nourrir et au type SD⁴ qui en comprend 3,3 : pour AD l'écart entre les soldes s'élève à 592 KAr alors que pour SD il est de 409 KAr.

³ Agriculteurs autosuffisants en riz, diversifiés et aux revenus élevés

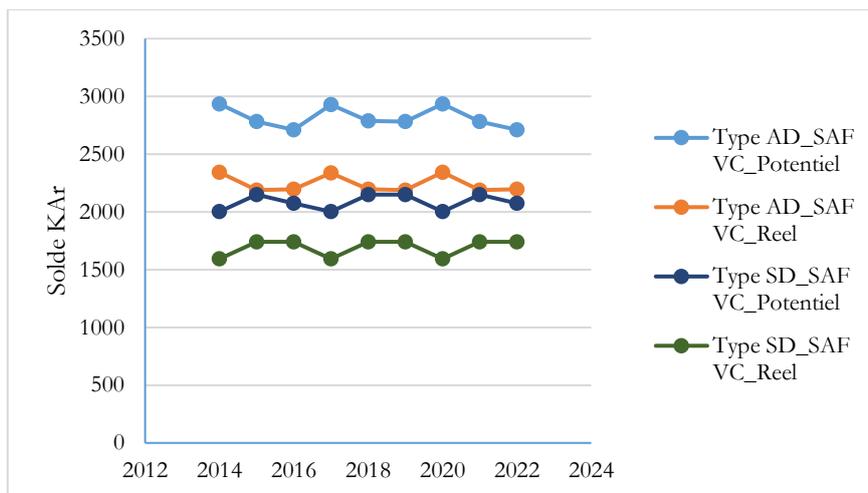


Figure 9: Variation au cours du temps des soldes potentiel et réel des exploitations type SD et AD modélisées avec le système agroforestier (SAF) type VC

La valeur de l'autoconsommation est aussi corrélée à la richesse et l'abondance des SAF en fruitiers. Par exemple pour l'exploitation AG⁵ (figure 10), le SAF VG (Vanille-Giroflier) comporte 2 litchis et 46 arbres fruitiers et le SAF Cgv (Caféier-giroflier-vanille), 4 litchis et 51 arbres fruitiers : la valeur de l'écart des soldes est de 577 KAr quand c'est le SAF Cgv et de 313 KAr pour l'autre SAF VG.

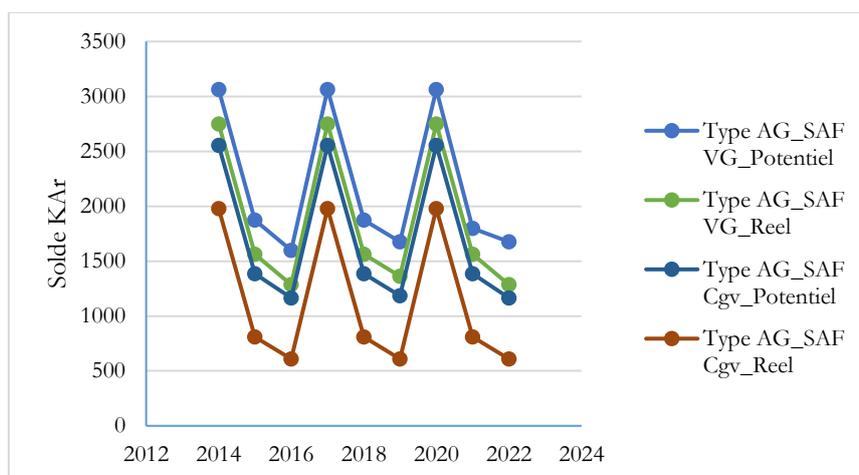


Figure 10: Variation au cours du temps des soldes potentiel et réel de l'exploitation type AG modélisée avec les systèmes agroforestiers (SAF) type VG et Cgv

Actuellement, les SAF sont donc fortement valorisés par l'autoconsommation de produits alimentaires (fruits), pour la plupart à faible valeur ajoutée, dans l'état actuel du marché, et périssables à court terme. Cette consommation constitue d'une part une réelle économie pour le ménage, et contribue d'autre part à une meilleure qualité de l'alimentation. Pour tous les SAF, les facteurs d'isolement et d'accessibilité au marché, qui rendent la commercialisation de ces produits difficiles et peu rentables, jouent en faveur de l'autoconsommation.

La consommation de bois de chauffage provenant des SAF est plus difficile à estimer pour en analyser son impact sur le solde. Il est relativement facile de connaître la consommation, selon les dires des agriculteurs, de bois de chauffage mensuelle pour la cuisine et pour une distillation (essence de giroflier). Mais il est très

⁴ Agriculteurs à autosuffisance structurelle, diversifiés aux revenus faibles à moyens

⁵ Agriculteurs autosuffisants en riz, aux revenus faibles à moyens générés à plus de 75% par les produits du giroflier

difficile d'estimer la part de cette consommation provenant des SAF car les agriculteurs coupent le bois de manière aléatoire sur l'ensemble de leurs parcelles.

L'usage de plantes médicinales est encore pratiqué mais surtout pour des problèmes de santé bénins ce qui rend difficile de donner une valeur monétaire à cet usage.

Les arbres à bois d'œuvre ne constituent pas un produit de consommation courante : ils répondent plutôt à un besoin exceptionnel lié à la construction d'une habitation ou à une autre dépense, et dans un tel cas ils sont considérés comme une épargne sur pied particulière (mobilisable selon le cycle de développement de l'arbre).

3.3.3 Contribution des systèmes agroforestiers à la constitution des revenus et la stabilité du solde : impact sur la résilience

- **Une atténuation de l'instabilité du solde, due à l'alternance de production des clous, en fonction du degré de diversification des systèmes agroforestiers**

L'alternance de production des clous sur le cycle de 3 ans se voit clairement dans les variations du solde de trésorerie au cours du temps et d'autant plus pour les exploitations dont le giroflier constitue plus de 50% des revenus agricoles. Mais la diversification apportée par certains types de SAF permet d'atténuer les variations interannuelles du solde.

Par exemple pour l'exploitation NG⁶ (figure 11 et 12b), l'écart entre une bonne année et une mauvaise passe de plus de 800 Ar à moins de 400 Ar avec un SAF mixte (SAF M) plus diversifié que le SAF GC (Giroflier-Caféier). La même analyse peut être faite pour l'exploitation SR⁷ (figure 13) dont les revenus sont diversifiés (figure 12a) : l'écart passe de plus de 150 Ar à moins de 100 Ar avec un SAF mixte (SAF M) plus diversifié que le SAF CL (Caféier-Litchi).

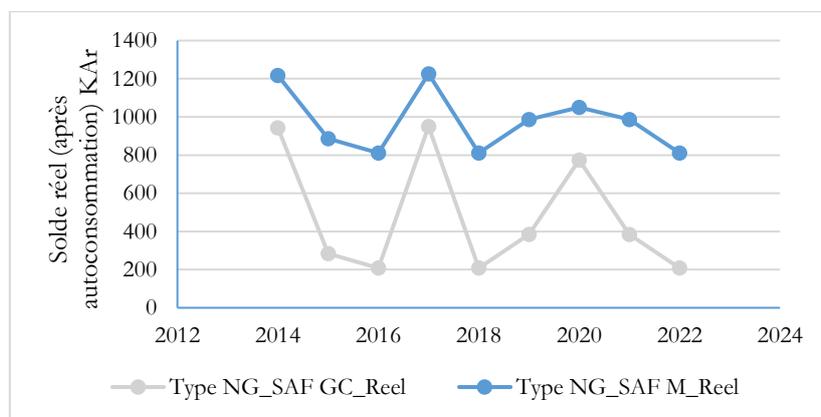


Figure 11: Variation au cours du temps des soldes réels de l'exploitation type NG modélisée avec les systèmes agroforestiers (SAF) type M et GC

⁶ Agriculteurs non autosuffisants en riz, aux revenus faibles provenant principalement des produits du giroflier

⁷ Agriculteurs à autosuffisance structurelle, aux revenus faibles à moyens et principalement issus de la riziculture et/ou du giroflier

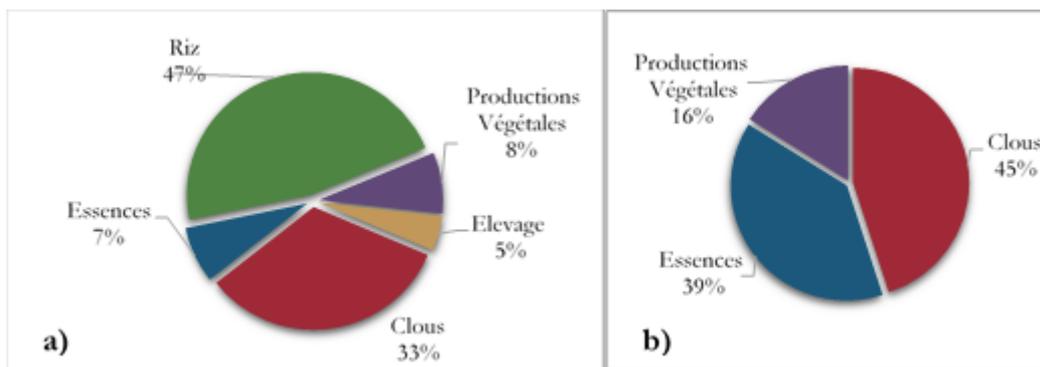


Figure 12: Origine des revenus agricoles des exploitations type SR a) et NG b)

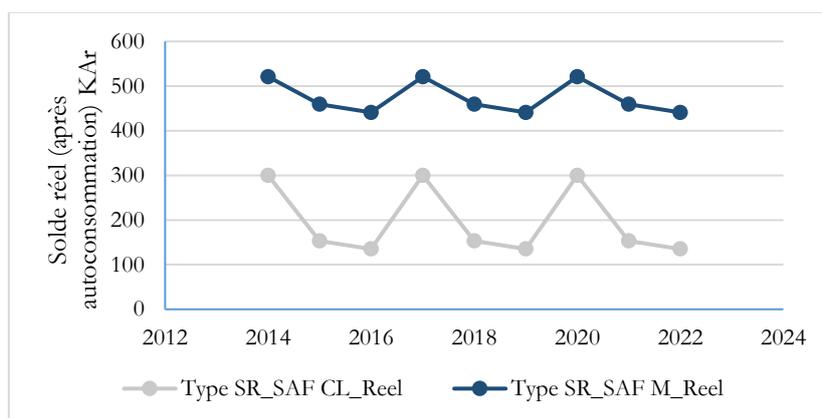


Figure 13: Variation au cours du temps des soldes réels de l'exploitation type SR modélisée avec les systèmes agroforestiers (SAF) type M et CL

Les caractéristiques structurelles de l'exploitation peuvent aussi limiter cet effet de la diversification des SAF sur les variations du solde (figure 14). Le SAF Cgv (Caféier-giroflier-vanille) de nature diversifiée atténue très peu les variations interannuelles du solde du type structurel AG par rapport au type AD : pour le type AG, les parcelles non agroforestières ont une part plus importante dans la constitution des revenus que la parcelle SAF. Le SAF mixte (M) contribue moins à atténuer les variations du résultat dans le cas du type structurel NG pour qui le nombre de girofliers hors SAF est élevé.

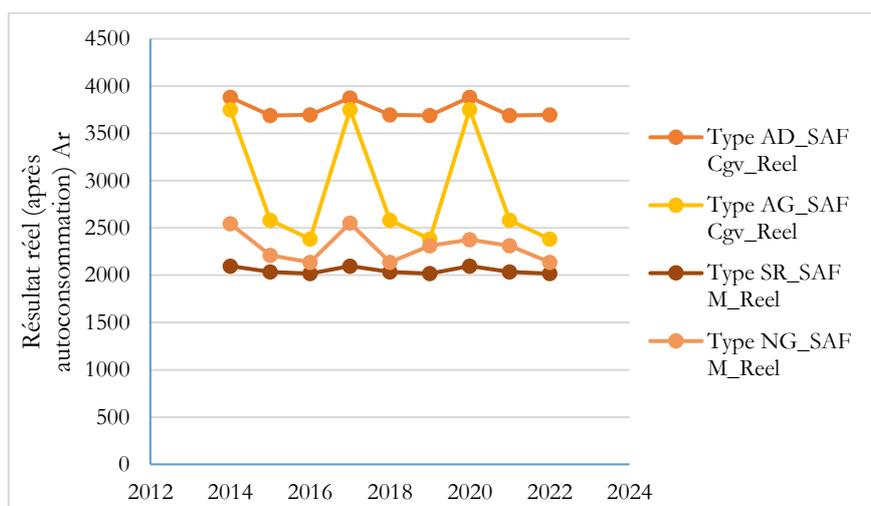


Figure 14: Variation au cours du temps des résultats réels des exploitations type AG et AD modélisées avec le système agroforestier (SAF) diversifié type Cgv, et les exploitations type SR et NG modélisées avec le SAF diversifié type M

Le degré de diversification des SAF contribue donc nettement à la stabilité interannuelle du solde et améliore ainsi la résilience annuelle et interannuelle des exploitations agricoles. La place des SAF dans le parcellaire des agriculteurs (types structurels) est un facteur qui conditionne le niveau d'atténuation des variations du solde par la diversification des SAF.

- **Une contribution inégale des différents types de SAF au niveau de revenu**

Les figures 15 et 16 montrent que les SAF contribuent inégalement au niveau de revenu des exploitations. Ces différences résultent des caractéristiques structurales propres à chaque type de SAF (composition en cultures de rente variable) et de la place du SAF dans le parcellaire de l'agriculteur. La vanille et le giroflier permettent d'améliorer significativement les revenus dans le contexte actuel du marché. Par exemple, pour les exploitations AG et SD (figure 16), l'écart entre les 2 résultats réels obtenus selon le type de SAF est important relativement aux autres exploitations : le résultat réel est plus élevé avec un SAF GV (Giroflier-Vanille) et un SAF VC.

Le même constat peut être fait pour l'exploitation ND (figure 15) : le résultat réel est augmenté avec un SAF GV par rapport à une SAF CL.

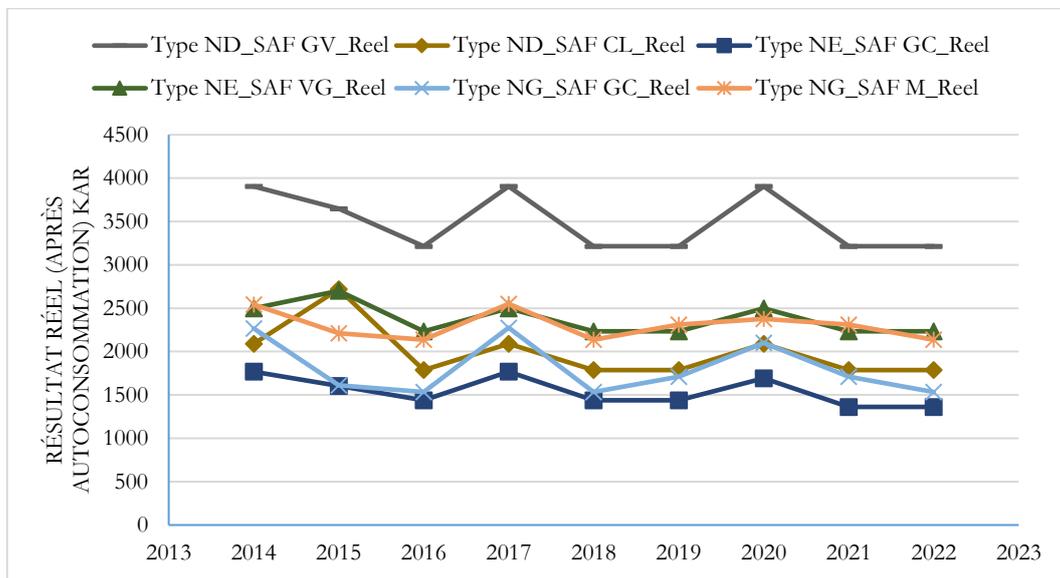


Figure 15: Variation au cours du temps du résultat réel des exploitations type ND, NE et NG modélisées respectivement avec les systèmes agroforestiers (SAF) GV-CL, GC-VG et GC-M

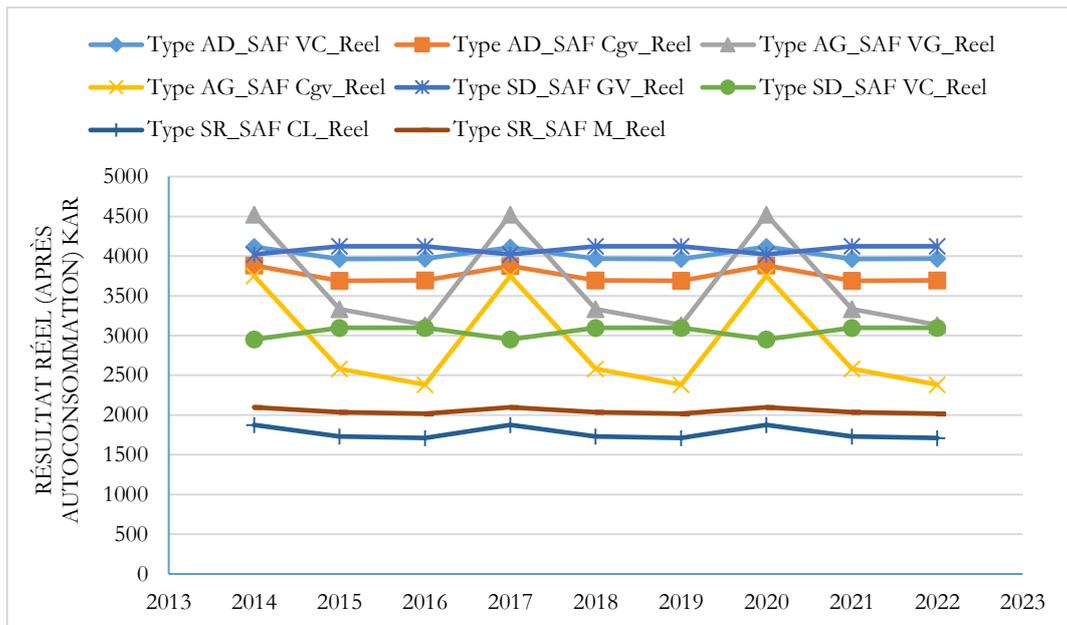


Figure 16: Variation au cours du temps du résultat réel des exploitations type AD, AG, SR et SD modélisées respectivement avec les systèmes agroforestiers (SAF)VC-Cgv, VG-Cgv, CL-M et VC-GV

3.3.4 Contribution des systèmes agroforestiers à la sensibilité des exploitations à une variation des prix : impact sur la résilience

- **Des structures d'exploitation inégalement résilientes face à une chute des prix**

Les figures 17 et 18 montrent la sensibilité de 2 exploitations (type SR et NG) à une baisse des prix des principales cultures de rente présentes dans les SAF en comparant les soldes obtenus suivant l'aléa prix.

Les exploitations pour qui le solde devient négatif sont très sensibles à la baisse des prix. Elles sont donc peu résilientes car la résilience « économique » n'a de sens que si la volatilité des prix est faible et les marges stables sur une longue période. Les deux principales causes d'une forte sensibilité économique sont : i) un faible degré de diversification (une orientation vers le giroflier, et même les clous, trop marquée par exemple) et ii) des produits dont le marché est fluctuant avec des écarts de prix très importants (vanille).

L'exploitation SR associée au SAF CL est sensible à la baisse du prix du litchi (figure 17) : les revenus agricoles dépendant fortement de cette production chutent brusquement entraînant un solde négatif. Mais vis-à-vis d'une baisse du prix du café, ce système d'activité se maintient avec un solde positif.

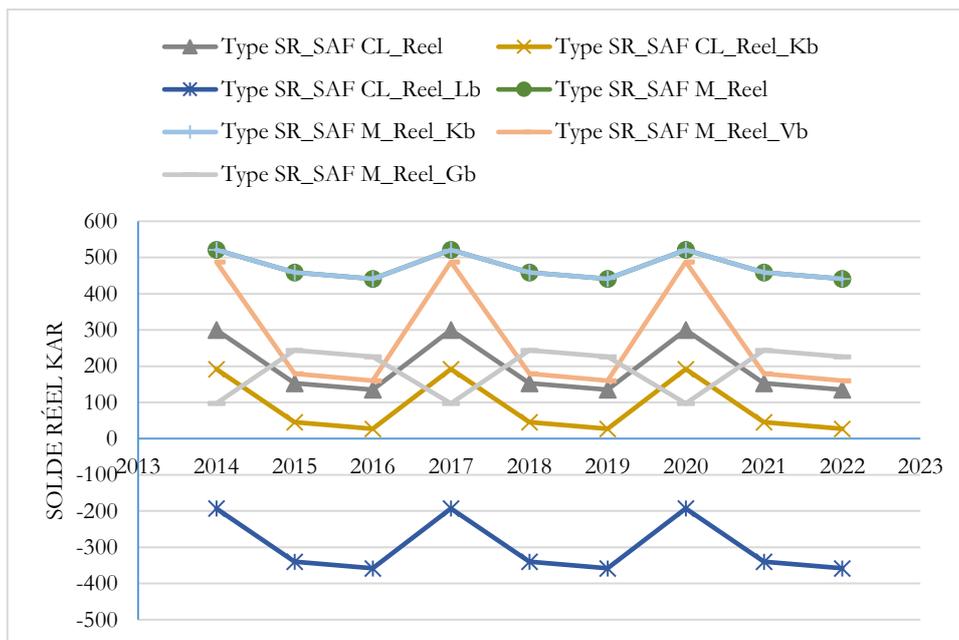


Figure 17: Variation du solde réel de l'exploitation type SR modélisée avec les systèmes agroforestiers (SAF) type CL et M et soumise à une baisse des prix du café (Kb) des produits du girofliers (Gb : essence et clous), du litchi (Lb) et de la vanille (Vb)

Pour l'exploitation NG (figure 18), le SAF M, plus diversifié que le SAF GC, permet d'être plus résilient à une baisse du prix des clous et de l'essence : le solde est maintenu positif. La baisse du prix du café n'a aucun effet sur le solde (la courbe d'évolution du solde est confondue avec celle du solde réel sans aléa) : ce constat montre bien la tendance générale d'une valorisation du café non plus par la vente mais par l'autoconsommation.

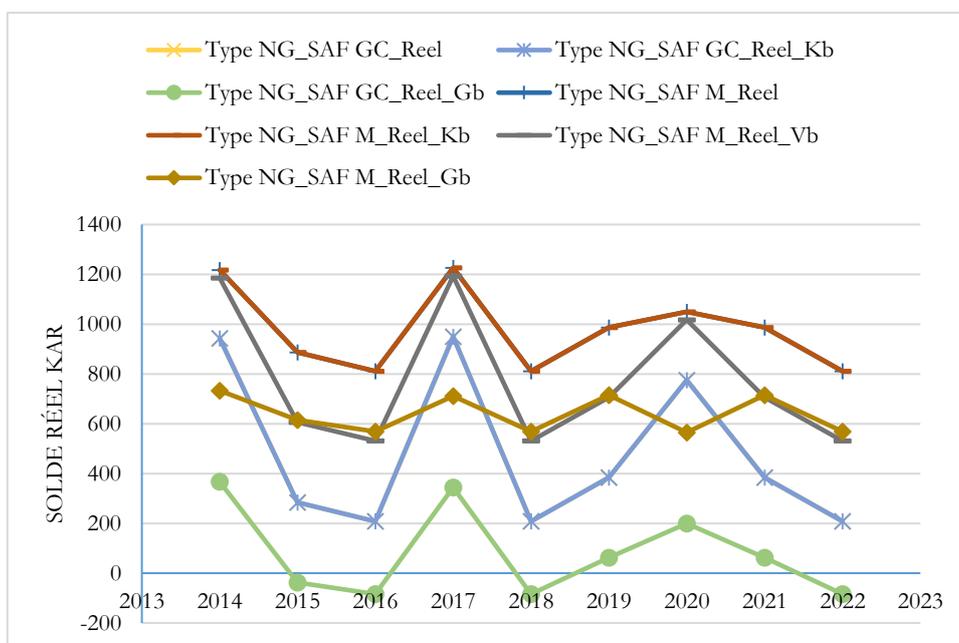


Figure 18: Variation du solde réel de l'exploitation type NG modélisée avec les systèmes agroforestiers (SAF) type GC et M et soumise à une baisse des prix du café (Kb) des produits du girofliers (Gb : essence et clous) et de la vanille (Vb)

De manière générale, les exploitations sont très sensibles aux variations des prix de la vanille et des produits du giroflier (clou et essence) qui sont les 2 principales cultures de rente développées par les agriculteurs. Pour un même SAF, une baisse du prix d'une de ces 2 productions n'a pas le même impact sur les variations du solde : la baisse du prix de la vanille conserve et peut accentuer les variations interannuelles du solde alors que la baisse du prix des produits du giroflier les atténue (figure 17 et 18).

- **Des structures d'exploitation aux revenus améliorés par une hausse des prix**

La conclusion de cette analyse est qu'une hausse des prix des produits de rente permet d'améliorer très significativement le niveau de revenu et de conduire à un solde de trésorerie positif. Un solde positif implique d'une part une meilleure capacité d'investissement : dans l'amélioration des conditions de vie du ménage et/ou dans celle des activités agricoles (nouvelles plantations, mécanisation, achat d'animaux). D'autre part, il permet une meilleure capacité à surmonter un choc exceptionnel altérant les facteurs de production. Un solde positif conforte donc la résilience des exploitations agricoles. La forte volatilité de la vanille, quand elle est à la hausse, génère des revenus élevés pour les exploitations ayant une SAF type VC ou VG (dans une moindre mesure les SAF GC et Cgv). Une hausse des prix des produits du giroflier améliore aussi significativement les revenus.

Les exploitations avec des SAF diversifiés à base de vanilles et girofliers (SAF M et Cgv) ont des sensibilités à une hausse des prix du giroflier et de la vanille comparables : cette diversification permet donc de maintenir un solde à la fois plus élevé mais aussi plus stable vis-à-vis des fluctuations du marché.

4 Conclusion

Cette étude présente la diversité des systèmes agroforestiers complexes présents dans le territoire de Vavatenina sur la côte-est de Madagascar. Ils montrent le plus souvent une composition dominée par une ou plusieurs cultures de rente : principalement du giroflier mais aussi de la vanille, des caféiers, des litchis et dans une moindre mesure du poivre. De nombreux arbres fruitiers et arbres à bois (de chauffe et d'œuvre) ont été recensés avec une composition fortement corrélée aux caractéristiques agro-écologiques et économiques des localités (isolement, fertilité du sol, accès au marché...) et avec une évolution particulière depuis les années 1960. Une analyse diachronique du territoire de Vohibary entre 1966 (Dandoy, 1973) et 2016 a permis de montrer l'apparition de systèmes de culture de type agroforestier par transformation et enrichissement progressif de systèmes initialement en monoculture de café. Quasiment absents en 1966 dans cette zone, ils occupent en 2016 près de 20% du territoire.

Le passé caféier de 62 % des SAF étudiés et la présence de girofliers dans 87 % d'entre eux, montrent comment l'économie et le marché peuvent influencer les stratégies des agriculteurs : avec la baisse longue tendancielle des prix du café entre 1970 et maintenant, et la hausse récente de ceux du giroflier (depuis 2010), les agriculteurs ont progressivement remplacé les caféiers par des pieds de girofliers, de fruitiers et d'autres espèces.

La croissance démographique⁸ exerce une très forte compétition sur le foncier disponible entre la production de cultures vivrières, pour la satisfaction des besoins alimentaires, et les cultures de rente pour les revenus monétaires. La surface rizicole irriguée, déjà localement très limitée, ne permet plus d'assurer la sécurité alimentaire directe (ou « apparente »). Les paysans ont donc recours, depuis déjà les années 1970 (Dandoy, 1973), à d'autres sources de revenus pour acheter le riz manquant. Pour ne pas dépendre d'une seule production, ils diversifient leurs sources de revenus, en particulier avec le giroflier qui fournit 2 produits (essence et clous) complémentaires.

La résilience des exploitations agricoles, initialement basée sur la sécurité alimentaire « apparente », se base donc de plus en plus sur la monétarisation avec les cultures de rente (résilience « économique ») justifiée par la plus forte productivité de ces cultures comparée à celle de la riziculture irriguée (Fourcin, 2014). La stabilité des marchés et des prix sur les clous et l'essence de girofle en a fait le moteur de cette

⁸ Augmentation de 71% de la population de Vohibary entre 1966 et 2016, de 89% pour Marovato et 75% pour Ankorovana avec une moyenne pour la croissance démographique nationale > 3 % ce qui constitue une véritable « bombe » démographique pour les 20 prochaines années

monétarisation depuis 2010 et la tendance future semble stable pour la prochaine décennie (Gouzien, Penot et Danthu, article à paraître). La diversification avec d'autres productions (litchi, vanille, fruits, produits d'élevage...) permet de limiter l'impact du risque de variation éventuelle des prix sur les produits du giroflier.

Cette forte démographie locale génère un morcellement générationnel des terres de plus en plus marqué et contraignant aboutissant à l'intensification des systèmes de culture pour optimiser la production destinée à la vente et/ou à l'autoconsommation. Les SAF illustrent ce processus d'intensification qui permet de fournir des revenus (résilience « économique ») et des produits autoconsommés (fruits, bois, plantes médicinales...) qui participent fortement à la qualité de vie et au bien-être du ménage et constituent aussi une source d'économie.

La grande diversité des espèces et des productions des SAF est réfléchi par l'agriculteur pour intégrer les divers avantages (pratiques, économiques, écologiques) à la fois des cultures de rente et aussi des autres espèces par rapport aux cultures vivrières pluviales (et en particulier le riz pluvial). Outre les externalités positives de l'association de ces espèces pérennes sur le plan environnemental (fertilité, biodiversité, érosion, résistance aux cyclones, lutte contre l'*andrettra*), la répartition des productions améliore la trésorerie, mieux étalée dans l'année, et permet de dégager une source de revenus à des époques particulières (écolage en septembre, fête de la nouvelle année, paiement des employés temporaires salariés en juin). La gestion interannuelle de la trésorerie est difficile car fortement marquée par la variabilité de la production des clous du giroflier sur un cycle de 3 ans : elle implique une épargne ou un recours à l'emprunt. Les systèmes agroforestiers, par la diversification des sources de revenus et l'amélioration de la trésorerie, génèrent une meilleure résilience globale avec des revenus plus stables et constants.

La modélisation des exploitations met en évidence d'une part que les SAF permettent une économie significative pour les ménages grâce aux divers produits autoconsommés ; d'autre part, elle montre une sensibilité variable des exploitations agricoles aux fluctuations des prix des cultures de rente en fonction des types de SAF et des caractéristiques structurelles de l'exploitation mais que la diversification des SAF est en faveur d'une meilleure stabilité des revenus et du solde.

Les SAF étudiés sont donc liés à des stratégies à la fois voulues et réfléchies (diversification) et aussi subies ou sous contraintes (intensification par manque de foncier disponible) et contribuent significativement à la résilience globale des exploitations agricoles.

Les modes de valorisation des SAF dépendent du contexte économique et agro-écologique particulier à chaque village : bande côtière facilement reliée aux marchés urbains, plaine rizicole proche de la route, basses collines semi isolées et marges forestières isolées.

5 Références bibliographiques

Arimalala, 2014. *Dendrologie et détermination de potentialité de productivité des systèmes agroforêts de girofliers (agroforesterie et parcs agricoles) à Fenerive-est, Région Analanjirifo*. Rapport de stage pour l'obtention du Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA) en Biologie et Ecologie Végétales. p. 62.

Attonaty, 2009. *OLYMPE : Outil de modélisation et simulation des exploitations agricoles*. Manuel d'utilisation.

Bene J.G., Beall H.W., Côté A., 1977. *Trees, food, and people: land management in the tropics*. Ottawa, International Development Research Centre, 52 p.

Chauveau J.-P., 1992. *Pour une prise en compte des stratégies des producteurs*, par JM Yung et J. Zaslavsky. Caisse Centrale de Coopération Économique, Division des Études Générales, Notes et Études n° 40, mars 1991, 83 p.

Chia E., Dugué P., Sakho-Jimbira S., 2006. *Les exploitations agricoles familiales sont-elles des institutions ?* Cahiers agricultures, 15 (6), pp. 498–505.

Dandoy, 1973. *Territoires et économies villageoises de la région de Vavatenina (Côte orientale malgache)*. In : Atlas des structures agraires à Madagascar. La Haye. Paris, MOUTON & CO. Maison des Sciences et de l'Homme et ORSTOM, p. 94.

Donque, 1975. *Les cyclones tropicaux des mers malgaches*. Madagascar Revue Géographique, (27), p. 55.

- Fourcin C., 2014. *Contribution du giroflier à la sécurité alimentaire des ménages agricoles dans la région de Fénérive-est à Madagascar-Modélisation économique et analyse prospective*. Rapport de stage de master 2, Option DARS, Spécialité RESAD. Madagascar, Supagro Montpellier, p. 122.
- Gallopín G., 2002. *Resilience: scenarios, surprises and branch points*. In: Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems. Island Press. Lance H. Gunderson, C. Holling, p. 21.
- Gondard-Delcroix C., Rousseau S., 2004. *Vulnérabilité et Stratégies durables de gestion des risques : Une étude appliquée aux ménages ruraux de Madagascar*. Développement durable et territoires, Dossier 3, pp. 1- 14.
- Gondard-Delcroix C., Rousseau S., 2005. *Gestion des Risques et Stratégies d'acteurs*. Cahiers du GEMDEV, (30), pp. 101- 119.
- Jahiel M., Andreas C., Penot E., 2014. *Experience from fifteen years of Malagasy lychee export campaigns*. Fruits, 69 (1), pp. 1- 18.
- Jouve P., 1992. *Le diagnostic du milieu rural. De la région à la parcelle. Approche systémique des modes d'exploitation agricole du milieu*. Etude et travaux du CNEARC, n.6.
- Lallau B., 2011. *La résilience, moyen et fin d'un développement durable ? Éthique et économique/Ethics and Economics*, 8 (1), pp. 169- 185
- Ledreux A., 1932. *Le giroflier à Sainte-Marie et Madagascar*. Bulletin mensuel de l'Institut National d'Agronomie Coloniale, 1-122 p.
- Leydet, 2015. *Dynamique de plantation et des peuplements de girofliers des territoires villageois de Fénérive-Cas de la commune d'Ambatoharanana, Madagascar*. Rapport de stage de master 2, Option DARS, Spécialité RESAD. Madagascar, Supagro Montpellier, p. 130.
- Mbetid-Bessane E., Havard M., Djondang K., Kadekoy-Tigague D., Folefack D.P., Reoungal D., Wey J., 2010. *Adaptation des exploitations agricoles familiales à la crise cotonnière en Afrique centrale*. In : Savanes africaines en développement : innover pour durer. Cirad, 8p.
- Michon, De Foresta, 1999. *Agro-Forests: Incorporating a Forest Vision in Agroforestry*. In: Agroforestry in sustainable agricultural systems. Louise E. Buck, James P. Lassoie, and Erick C. M. Fernandes.
- Moser C.O.N., 1996. *Confronting crisis: a summary of household responses to poverty and vulnerability in four, poor urban communities*. Washington, D.C, World Bank, Environmentally sustainable development studies and monographs series. 19 p.
- Nair P.K., 2007. *Agroforestry for Sustainability of Lower-Input Land-Use Systems*. Journal of Crop Improvement, 19 (1- 2), pp. 25- 47.
- Penot É., Husson, Rakotondramanana, 2010. *Les bases de calculs économiques pour l'évaluation des systèmes SCV*. Manuel pratique du semis direct à Madagascar. Annexe 2. Cirad, GSDM, 28 p.
- Penot É., Feintrenie L., 2014. *L'agroforesterie sous climat tropical humide : une diversité de pratiques pour répondre à des objectifs spécifiques et à des contraintes locales*. Bois et forêts des tropiques, (321), pp. 3–6.
- R.O.R. (Réseau des Observatoires Ruraux de Madagascar), 2012. *Cahier du R.O.R. Numéro 11 : Campagne 2011-2012*. 61p.
- Rougier C., 2015. *Impact environnemental de la collecte de bois de chauffe pour la production d'huile essentielle de giroflier dans le district de Fénérive-est, Madagascar*. Rapport de stage de master 2, Spécialité GEEFT. Madagascar, AgroParisTech, p. 98.
- Rousseau S., 2003. *Capabilités, risques et vulnérabilité*. Pauvreté et développement socialement durable, pp. 11–22.
- Sebillotte, 1990a. *Système de culture, un concept opératoire pour les agronomes*. In : Les systèmes de culture. Inra, Versailles. L. Combe et D. Picard, pp. 103-117.
- Danthu P., Penot É., Tiollier M., Michels T., Normand F., Razafimamonjison G., Fawbush F., Jahiel M., 2014. *The clove tree of Madagascar: a success story with an unpredictable future*. Bois et forêts des tropiques, (320), p. 2.