



ARR N° 20060309

Mesure 1-5.1 Consolidation d'un pôle de développement rural durable

Programme INTERREG IIIB Réunion – Océan Indien

Caractérisation technico-économique de l'exploitation agricole familiale associant élevage laitier et cultures en semis direct sous couverture végétale permanente dans la région d'Antsirabe, Madagascar

Jery RANDRIANASOLO

01 juin – 31 juillet 2007

Remerciements

Tous mes remerciements à Monsieur Philippe Lecomte qui, avec beaucoup d'amabilité et de compréhension s'est investi pour la réalisation de ce travail, à Monsieur Emmanuel Tillard et Monsieur Eric Penot pour leurs conseils et leurs disponibilités, ainsi qu'à toute l'équipe du CIRAD-Elevage de La Réunion.

Je tiens à adresser également des remerciements particuliers à Monsieur Leonardin Rakotovazaha qui m'a encadré dans les déplacements sur terrains et les nombreux contacts avec les paysans.

Ma profonde gratitude à Monsieur Roger Michellon, et aux collègues de l'ONG TAFE ainsi que ceux de FIFAMANOR qui ont apporté leurs réponses aux questions dans le cadre de cette mission.

Enfin, ce travail n'aurait jamais pu être réalisé sans la convivialité des producteurs de la région de Vakinankaratra.

Table des matières

Remerciements.....	3
1. Introduction.....	5
2. Matériels et méthodes : description du protocole.....	7
2.1. Description des sites d'étude	7
2.1.1. Le terroir d'Andriamasoandro.....	8
2.1.2. Terroir d'Antsampanimahazo.....	9
2.2. Les activités agricoles.....	10
2.2.1. La situation actuelle de l'élevage.....	10
2.2.2. La culture du riz.....	10
2.3. Les enquêtes	11
2.4. Valorisation des données et modélisation.....	12
2.4.1. Olympe.....	12
2.4.2. Fonctionnement du modèle.....	13
2.4.2.1. Constitution de la base de données.....	13
2.4.2.2. La déclaration des itinéraires techniques.....	14
2.4.2.3. La sortie des résultats.....	15
3. Résultats.....	16
3.1. Les cultures fourragères.....	16
3.2. Les activités agricoles.....	17
3.3. Les activités agricoles.....	19
3.3.1. Analyses descriptives.....	19
3.3.1.1. Coût de production de fourrage.....	19
3.3.1.2. Coût de production de lait	19
3.3.1.3. Temps de travail.....	21
3.3.2. Les simulations.....	23
3.3.2.1. Descriptions des simulations	23
3.3.2.2. Résultats économiques des simulations	24
4. Discussions.....	30
4.1. Evaluation des pertinences des résultats.....	30
4.1.1. Critiques sur la méthode d'approche.....	30
4.1.2. Fiabilité des données.....	30
4.2. Discussions et comparaisons de cette étude par rapport d'autres projets.....	31
5. Conclusion.....	33
Bibliographie.....	34
Annexes.....	35

Table des figures

Figure 1 : Position de la Région de Vakinankaratra.....	7
Figure 2 : Proportion du revenu de chaque activité.....	18
Figure 3 : Evolution des besoins en UTH au cours de l'année	21
Figure 4 : Méthodologie de simulation avec Olympe.....	23
Figure 5 : Graphe des charges opérationnelles simulation 1 contre simulation 2	25
Figure 6 : Evolution des marges pour les paysans en phase d'essai et en phase d'adoption.....	26
Figure 7 : Graphe des soldes cumulés chez les 4 exploitations.....	27
Figure 8 : Graphe des marges et soldes cumulés de la simulation 3.....	28
Figure 9 : Graphe des marges et soldes cumulés de la simulation 4.....	29

Table des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques socio-économiques des 2 terroirs des sites d'étude.....	8
Tableau 2 : Production de matière sèche et UFL dans chaque exploitation.....	16
Tableau 3 : Production moyenne de matière sèche et UFL.....	17
Tableau 4 : Dépenses, revenus et marges pour chacun des éleveurs laitiers suivis.....	18
Tableau 5 : Quantité de MS et son coût de production.....	19
Tableau 6 : Coût de production d'un litre de lait.....	19
Tableau 7 : Composition de l'aliment concentré.....	20
Tableau 8 : Apports du concentré.....	20
Tableau 9 : Rationnement en concentrés en fonction de la production laitière.....	20
Tableau 10 : Les caractéristiques des nos 4 éleveurs.....	21
Tableau 11 : Temps de travail nécessaire aux opérations de paillage et d'écobuage.....	22
Tableau 12 : Temps de travail nécessaire pour les opérations de culture sur un hectare.....	22

Table des annexes

Annexe 1 : Questionnaire utilisé lors du sondage.....	35
Annexe 2 : Figures de la répartition du temps de travail de chaque exploitant pendant une année.....	39

1. Introduction

Les cultures en semis direct sous couverture végétale (SCV) sont des techniques agro-écologiques qui présentent de nombreux avantages sur le plan environnemental. Leur objectif principal est de préserver la fertilité du sol. Elles ont déjà été adoptées par les plus grands pays agricoles du monde comme les USA, le Brésil et l'Australie. (Alvarez, 2007). Elles consistent à couvrir le sol de manière permanente en associant ou en faisant une rotation de différents types de culture.

Les SCV permettent de limiter la dégradation physique du sol ainsi que l'érosion car la couverture permanente permet de juguler les impacts mécaniques de la pluie et du ruissellement. Ils limitent également le travail du sol en profondeur et le préserve des effets néfastes du labour. Sur le plan physique, ils renforcent la macro porosité, l'aération et l'infiltration de l'eau, et contribuent efficacement à l'amélioration des bilans hydriques lesquels constituent un élément prépondérant dans le cycle végétatif des plantes. Ils enrichissent le sol en matières organiques et améliorent la structure du sol par le développement d'une biomasse racinaire issue de la couverture vive. Ils favorisent également le recyclage des éléments minéraux par la couverture morte et augmentent la disponibilité de l'azote du sol lorsque des légumineuses sont utilisées en plantes de couverture. Au niveau biologique, les effets des SCV se traduisent par une diversification de la mésofaune et de la microflore.

D'un point de vue économique, les SCV permettent de diminuer le temps de travail du sol et le coût total en main d'œuvre en supprimant la phase de labour. La restructuration du sol et l'augmentation de la fertilité des sols qu'ils induisent permettent également d'augmenter les rendements des cultures vivrières (riz, maraîchage) tout en réduisant les intrants. Avec ces techniques, le coût de production est inférieur à celui observé avec les techniques de cultures plus traditionnelles : les dépenses liées à la fertilisation et au labour de la surface cultivée sont réduites. Le revenu des paysans est ainsi amélioré.

Par ailleurs, une fraction de la biomasse produite par ces techniques peut être valorisée pour l'alimentation fourragère des bovins, notamment des bovins laitiers. Ces techniques permettent *in fine* d'assurer sur le long terme la sécurité alimentaire (production de riz pluvial ou de maraîchage pour l'autoconsommation) et l'apport de revenus pour les paysans (production de surplus de riz, élevage, production de lait, investissement des revenus supplémentaires dans l'agriculture), tout en préservant la durabilité de l'agro-système au sein des systèmes de cultures pluviaux (Ribier, 1994).

Au cours des dernières années, les structures d'encadrement agricole (FIFAMANOR, TAFA, et d'autres ONG) ont développé une approche visant à intégrer l'agriculture et l'élevage. Dans ce cadre, d'importants travaux sur les cultures fourragères et leur usage bivalent en tant que plante de couverture et en tant qu'aliment pour le cheptel laitier ont été entrepris. Ces techniques agro-écologiques sont largement diffusées depuis une dizaine d'années par des gros projets de développement visant à protéger les bassins versants de l'érosion et à restaurer la fertilité des collines les plus dégradées (BV-LAC et BVPI), et sont coordonnées au niveau national (GSDM). Cependant, à ce jour, peu de solutions techniques satisfaisantes sont disponibles et prêtes à être vulgarisées pour un usage des biomasses disponibles par les animaux.

Dans le cadre général de l'intégration au sein des exploitations des activités de culture et d'élevage, l'optimisation de la gestion de la biomasse produite dans les SCV constitue une question de recherche essentielle : identifier un optimum en terme

de durabilité économique dans le choix des itinéraires techniques et l'utilisation bivalente (cultures vivrières, produits d'élevage) de la biomasse de couverture.

L'objectif de l'étude est avant tout de nature économique : l'intégration des SCV avec l'élevage laitier permet d'augmenter la disponibilité des ressources fourragères pour les animaux, d'améliorer la production laitière et la fertilisation des sols par le fumier, et d'accroître au total le revenu des paysans. L'augmentation du revenu se fait donc sur deux fronts, d'un côté via l'agriculture par la réduction des coûts de production et l'augmentation des rendements vivriers, et de l'autre côté via l'élevage laitier par l'accroissement de la production et la valorisation agricole des effluents d'élevage.

2. Matériels et méthodes : description du protocole

2.1. Description des sites d'étude

Les choix de la localisation ont été réalisés en concertation avec les différents opérateurs locaux non gouvernementaux (TAFa, FIFAMANOR) chargés de la diffusion des techniques agro-écologiques (SCV) auprès des paysans des bassins versants. Les zones considérées s'inscrivent généralement dans la partie des hautes terres malgaches. Il s'agit particulièrement de la région de Vakinankaratra.

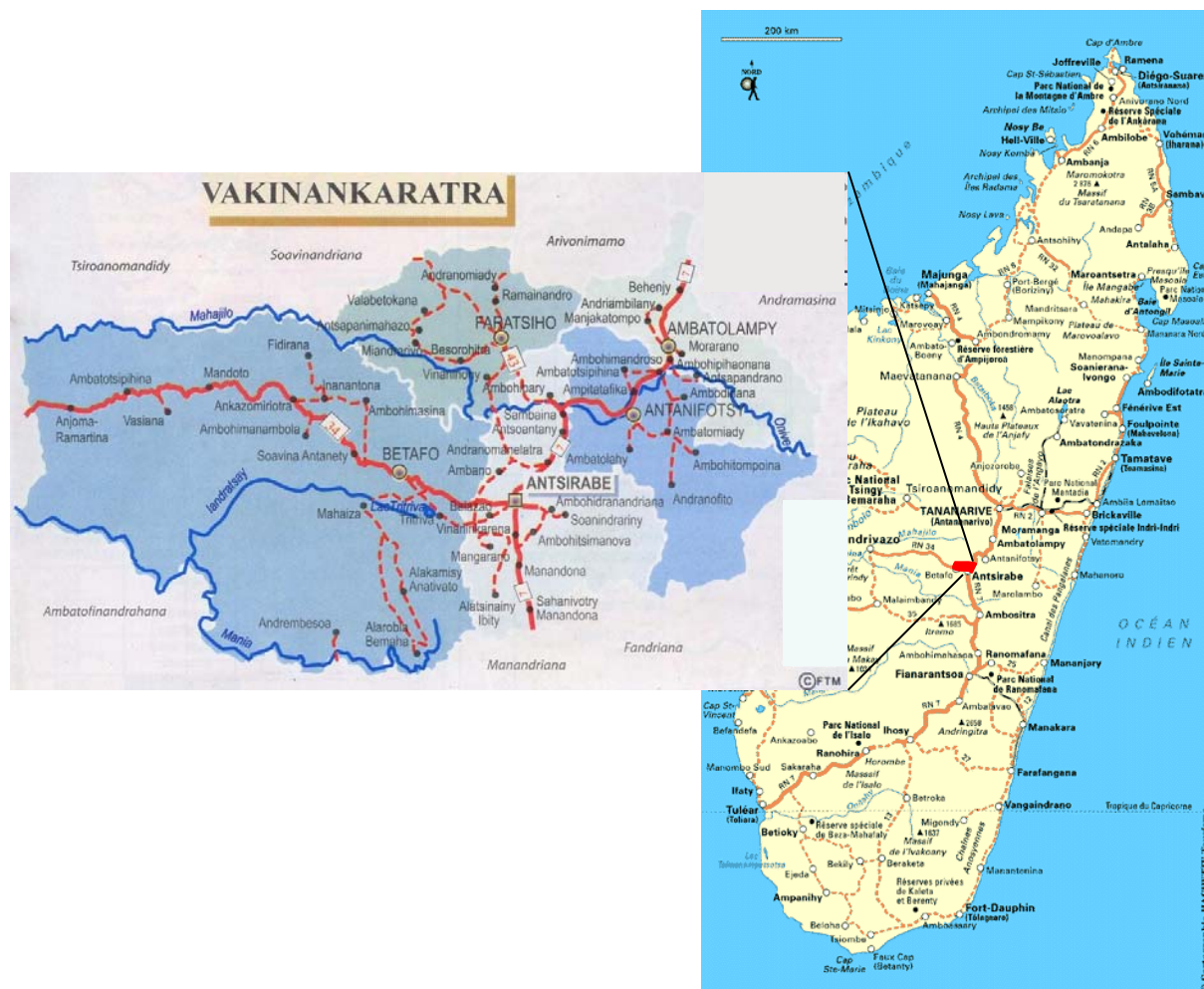


Figure 1 : Position de la Région de Vakinankaratra

L'environnement économique de cette région revêt un caractère particulier voire même paradoxal. Il est marqué par la cohabitation d'un tissu industriel moderne et d'un secteur primaire en pleine explosion. Quarante pour cent des terres sont titrées. La région a acquis une notoriété énorme en matière de culture maraîchère. Elle a su diversifier sa production agricole, même si les cultures vivrières couvrent encore une grande majorité des surfaces cultivées (159 000 ha en 2001, soit 74% des terres mises en valeur. (DRDR, 2003). Environ, 50% de la surface potentiellement cultivable est mise en valeur (213 098 ha sur 423 078 ha).

Le tableau 1 suivant donne les caractéristiques socio-économiques des deux terroirs où ont été menées les études de terrains.

Andriamasoandro de Betafo

- Zone d'activité économique fortement dépendante de l'activité agricole.
- La part du revenu agricole est très élevée et on constate une diversification de cette activité : élevage laitier, rizipisciculture, élevage porcin
- En majorité, la population est originaire de la région
- Zone difficile d'accès
- Bonne maîtrise de l'eau dans les rizières même en saison sèche.

Antsapanimahazo d'Antsoatany

- Zone peu dépendante de la production laitière
- Les revenus agricoles viennent en grande partie de la production fruitière ou des activités extra agricoles.
- Il y a beaucoup de migrant
- Village au bord la route nationale
- Mauvaise maîtrise de l'eau

Tableau 1 : Caractéristiques socio-économiques des 2 terroirs des sites d'étude

2.1.1. Le terroir d'Andriamasoandro

Il est localisé dans le district de Betafo et est situé à 5 km de la ville du même nom. C'est une zone enclavée et difficile d'accès (voie routière en mauvais état).

Le sol y est de type volcanique et malgré une fertilité remarquable, l'accroissement de la productivité est miné par la réduction progressive des surfaces et des parcelles mises en valeur par chaque exploitant. Cela est essentiellement dû à l'explosion démographique. En réalité, les superficies disponibles ont été exploitées dans la limite du possible et le prix des champs y est tellement élevé que seuls les agriculteurs disposant de moyen financier énorme peuvent acquérir de nouvelles surfaces.

Des relevés météorologiques effectués sur la station de Betafo (longitude Est 49°45, latitude sud 22°05, 1200 m d'altitude) ont montré qu'il y était tombé 1693 mm de pluie en 2004. La saison sèche qui dure 8 mois ne permet que 2 cultures par an (saison et contre saison). L'écart de température y est compris entre 19°C et 34 °C. La saison froide dure en moyenne 8 mois et est associé à une sécheresse pouvant être défavorable non seulement pour l'élevage des vaches laitières mais aussi pour la pisciculture. Cette dernière a permis aux paysans de trouver une nouvelle source de revenu autre que la culture du riz et l'élevage de vache laitière.

Le site d'Andriamasoandro figure parmi les lieux sur lesquels les paysans pratiquent l'intégration des SCV avec l'élevage de la vache laitière depuis plus d'un an. Les techniques de SCV sont diffusées par SDMAD¹ avec des appuis techniques réguliers de l'ONG TAFA et BVPI². La zone dispose d'un centre de collecte de lait installé par la coopérative ROVA³ et partiellement financé par TIKO SA. Les SCV sont utilisés

¹ SDMAD : Semis Direct de MADagascar

² BVPI : Bassins Versants et Périmètres Irrigués

³ ROVA : Rononon'i Vakinankaratra, Coopérative regroupant une grande partie des producteurs de lait situés dans la région du Vakinankaratra

par les paysans locaux pour produire des fourrages destinés aux bétails. Les plantes de couvertures les plus couramment utilisées sont l'Avoine et le Ray Grass. C'est une zone où la production laitière connaît une forte dynamique. Le prix du lait varie selon qu'il est vendu au centre de collecte local (580 Ar) ou au centre de Betafo ville (600 Ar) et selon le moment du paiement (550 Ariary pour un paiement non différé).

Les vaches sont des animaux issus de croisement entre la race locale et la race Pie Rouge Norvégienne (PRN). Elles produisent en moyenne 8 à 12 litres de lait par jour, selon leur alimentation. Les éleveurs les traitent le matin et le soir, presque à la même heure.

2.1.2. Terroir d'Antsampanimahazo

La commune d'Antsoantany est située dans le terroir d'Antsampanimahazo, district d'Antsirabe II. Cette commune s'étend sur environ 30 km², aux alentours de la Route Nationale 7, à environ 30 km au nord d'Antsirabe. La nature géologique est constituée dans la majeure partie d'un sol ferrallitique. Physiquement, ce type de sol est favorable à la ramification des plantes pour ainsi faciliter le drainage d'eau. Chimiquement, il est au contraire pauvre en élément ce qui implique un mauvais rendement des cultures.

Antsampanimahazo se situe à une altitude oscillant entre 1650m et 1700m. La température y est fraîche toute l'année surtout entre juin et août et peut descendre jusqu'à 5° Celsius. A cette température les gelées peuvent représenter un danger pour les cultures et spécialement les cultures de contre-saison. Les précipitations s'élèvent à 1400 mm chaque année. Ce terroir est touché chaque année par des variations microclimatiques, ce qui handicape les cultures qui ne supportent pas ces changements.

Les agriculteurs se trouvant dans cette zone sont conscients de l'importance de l'exploitation agricole : ils associent l'élevage à l'agriculture en les diversifiant. Comme cette commune se trouve au bord de la route nationale, la population est souvent attirée par les travaux hors exploitation. Cependant par rapport à d'autres communes, les revenus des paysans sont moyens et le niveau des investissements limité. Pour compléter leur revenu, les paysans vendent des fruits sur le bord de la route pendant la saison fruitière ou sur pieds à des mandataires. L'encadrement technique des paysans de cette zone est assuré par ONG Tafa depuis plus de 10 ans avec l'appui de FIFAMANOR.

Les cultures vivrières principales sont le riz (base de l'alimentation des Malgaches), le manioc, le maïs et la pomme de terre. Le riz est cultivé en système irrigué et en système pluvial, sur « Tanety ». Une pénurie d'eau se fait parfois sentir durant la période sèche (mai – septembre) en dépit de la présence des deux rivières, le Mahazina et le Anjamana, qui s'écoulent à travers la commune (Goudet, 2003).

Les paysans élèvent principalement des vaches laitières, des porcs et quelques volailles. La PRN constitue la principale race élevée dans la zone pour la production laitière et la race locale n'est plus utilisée que pour le trait. Pour les nourrir, les paysans cultivent des graminées comme l'avoine, le ray grass, le Pennisetum ou le Brachiaria. Le nombre de têtes par exploitation varie entre 1 et 3 vaches laitières.

Dans la zone, l'élevage porcin est pratiqué de manière traditionnelle. Les petits éleveurs de porcs achètent les animaux de 2 mois d'âge environ chez leurs voisins

ou au marché. Certains élevages possèdent des effectifs importants (nombre de têtes > 50) et font de l'élevage « naisseur-engraisseur ». Les animaux sont généralement engraisés pendant environ 9 mois et vendus au marché de Tananarive. Le kilo de la viande est vendu 4 000 Ar (prix local). Les éleveurs pratiquent également l'aviculture (poules, canards, oies) mais de façon peu intensive. Ces animaux ne sont généralement pas destinés pour la vente mais plutôt à assurer l'alimentation de la famille durant les périodes de soudure.

2.2. Les activités agricoles

2.2.1. La situation actuelle de l'élevage

Pendant longtemps, l'élevage bovin a été une source de revenu indirecte pour la quasi totalité des agriculteurs de la région du Vakinankaratra. Il était considéré comme un investissement agricole et une activité auxiliaire à l'agriculture. Les animaux étaient essentiellement destinés aux travaux des champs et ne faisaient pas l'objet de transactions commerciales. Actuellement, le bœuf est encore utilisé pour les travaux agraires mais l'élevage des vaches laitières occupe une place de plus en plus importante. Entre 2001 et 2004, le nombre de vaches laitières est passé de 18 418 à 26 402. Aujourd'hui, la majorité des bœufs utilisés pour la traction des charrettes dans la région du Vakinankaratra est issue du croisement entre la race locale et des races productrices de lait (Holstein, PRN, etc...) récemment introduites. Les bovins de race locale tendent à diminuer en nombre depuis quelques années. (329 401 en 2001, 261 098 en 2004) (DRDR, 2003).

Les cheptels des éleveurs sont composés en général de génisses, de quelques bœufs de trait et de vache laitière. Le nombre de ces dernières varient selon la région : à Betafo, il varie de 3 à 6 vaches par ferme alors qu'à Antsapanimahazo, les effectifs sont plus limités (entre 1 à 3 vaches). Les veaux sont souvent vendus. En moyenne, une vache met bas une fois par an. Les maladies les plus fréquentes rencontrées dans la région sont les mammites, charbon et les diarrhées. Les animaux sont vaccinés contre le charbon symptomatique une fois par an et sont traités contre les parasites internes et externes une fois tout les 3 mois.

Dans la région d'Antsirabe, le secteur laitier connaît un certain degré d'intensification : les éleveurs de vache laitière ont recours à l'insémination artificielle pour assurer la reproduction de leurs animaux. Cette technique permet d'améliorer le niveau génétique des troupeaux tout en limitant les risques de transmission de maladie sexuelle. Beaucoup d'éleveurs utilisent les déjections des animaux pour fertiliser les parcelles de cultures. Ainsi, conscients des gains potentiels que la production de lait pouvait leur procurer, les agriculteurs ont investi dans la filière laitière. Plus de 90% de la production laitière malgache est transformée dans la région du Vakinankaratra et une large partie de son économie en dépend (Guyou, 2003).

2.2.2. La culture du riz

La riziculture reste la principale activité agricole des paysans. Elle est soit de type pluvial soit de type irrigué. Nombreux sont les agriculteurs pratiquant la riziculture pluviale. Celle ci est une technique adaptée au sol exondé des plateaux dont l'alimentation hydrique est uniquement assurée par la pluie combinée à la capacité de rétention du sol (Dabat *et al.*, 2003a). Sa récolte est en avance

comparée à celle de la riziculture irriguée et cela malgré le nombre élevé de contrainte qu'elle doit subir (pluviométrie, adventices) (Wildberger, 2004).

L'exemple de la culture rizicole reflète assez bien la situation de l'agriculture dans la région du Vakinankaratra. Les techniques employées sont traditionnelles et le niveau de motorisation très faible. L'association cultures du riz pluvial ou culture du riz irrigué et avoine est fréquemment pratiquée par les paysans car elle permet de contrôler les adventices et facilitent un semis direct sans herbicide. L'association avec une légumineuse comme la vesce permet en plus d'améliorer la fixation d'azote (Husson *et al.*, 2006 ; Michellon *et al.*, 2005). Cette association riz-avoine permet aussi de produire du fourrage qui peut être en partie exporté et valorisé pour l'alimentation des animaux (Lecomte, 2003). Des cultures vivrières tels que le maïs et le haricot sont aussi très prisées par les paysans. Leur récolte est souvent auto-consommée pour assurer les besoins en période de soudure. Ces deux plantes sont souvent cultivées en association.

2.3. Les enquêtes

Les enquêtes ont été faites auprès des agriculteurs, des éleveurs, des encadreurs techniques et des formateurs. Elles ont été menées dans les communes de Betafo et d'Antsoatany. Pour une étude approfondie des exploitations, nous avons enquêté 10 exploitants. Si ce nombre est insuffisant pour établir une typologie opérationnelle, il apparaît néanmoins suffisant pour dresser un premier bilan économique des interactions SCV-élevage laitier.

Une analyse approfondie a été ensuite menée dans 4 exploitations représentatives de la région, 2 de chaque terroir. Les critères de choix sont les suivantes :

- la pratique des SCV (encadrée par des techniciens) associée à l'élevage laitier ;
- la pratique de la culture fourragère;
- l'affinité avec les organismes, les institutions d'accueil et leurs techniciens sur terrain.

L'enquête s'est déroulée comme suit :

- La première semaine a été consacrée à un diagnostic rapide des faits sur le terrain⁴, lors d'une visite guidée par les techniciens des organismes d'accueil : ONG TAFE, BVPI et FIFAMANOR. Ce déplacement a permis de déterminer les exploitants à intégrer dans notre étude et d'expliquer aux paysans les objectifs du sondage;
- Un questionnaire a ensuite été élaboré en fonction des besoins requis dans les analyses. (Annexe questionnaire);
- Avant de commencer les enquêtes dans la région, les techniciens du terrain de l'ONG TAFE m'ont présenté auprès des autorités compétentes. Ce protocole a permis de circuler en toute sécurité et aussi de gagner la confiance des personnes enquêtées, élément essentiel à la pertinence des réponses.

⁴ Cette étape nous paraît banale mais ce n'est, certes le moindre car il nous permet en effet d'avoir une idée générale du milieu d'étude.

Le questionnaire comporte trois parties:

- la première consiste à identifier les exploitants ainsi que les caractéristiques de leurs exploitations ;
- la deuxième traite des contraintes liées à la production telles que les spéculations, le mode de culture, le calendrier cultural, etc. ;
- la dernière partie, elle, sert à évaluer la production (quantités produites), le coût des intrants et les prix de ventes.

Ce questionnaire a ensuite été testé en vue d'apporter d'éventuelles corrections pour ajuster au mieux le questionnaire au contexte réel local et pour fluidifier la conversation avec nos interlocuteurs. La réalisation des enquêtes sur le terrain a duré 7 jours. Au cours de cette phase, différents problèmes sont apparus en relation avec l'imprécision des réponses des interviewés et la fiabilité des données collectées. Ces difficultés sont toutes inhérentes à la nature économique de l'enquête et aux systèmes d'élevage locaux :

- L'exploitant ne connaît pas toujours exactement la mesure de la surface de son terrain ;
- Les paysans ont souvent des difficultés pour quantifier les récoltes obtenues ;
- Les paysans ne recensent pas la main d'œuvre employée durant l'exercice ;
- Les paysans ignorent souvent la durée du temps de travail allouée à une tâche particulière de son activité ;
- Les paysans dissimulent parfois des informations tels que le montant du revenu apporté par son activité;
- Le scepticisme des paysans à l'égard des enquêteurs ;

Pour surmonter ces obstacles, il a été nécessaire de gagner la confiance des exploitants et de comprendre leur situation. Les informations obtenues ont toujours été recoupées par des questions croisées ou des questions reformulées.

2.4. Valorisation des données et modélisation

2.4.1. Olympe

Le logiciel Olympe a été utilisé pour analyser les données. Olympe a été conçu en collaboration entre l'INRA / ESR, l'IAM Montpellier et le CIRAD. Cet outil a été développé pour modéliser la trésorerie des exploitations familiales. Il a été adapté pour être utilisable dans des disciplines diverses (agronomie, économie, sociologie). C'est avant tout un outil de simulation du fonctionnement global de l'exploitation et de ses réponses suite à la modification de ses caractéristiques technico-économiques. Notre étude a été réalisée avec la version Olympe 1.30. Cette version est stable à l'utilisation. Actuellement, la version alpha 1.32 est déjà disponible et comporte quelques améliorations que la précédente.

Le choix d'Olympe a été motivé par les éléments suivants :

- la grande facilité à prendre en compte les diverses activités de l'agriculture ;
- la possibilité d'effectuer des simulations économiques à long terme
- la simplicité d'utilisation : le modèle d'Olympe permet l'analyse du fonctionnement d'un système de production simple doublée d'une analyse experte,

- la possibilité de simuler différents scénarios, selon différentes situations, permettant de quantifier le risque et les indicateurs majeurs des stratégies paysannes ;

Ce logiciel a une bonne fiabilité et est d'une efficacité remarquable. Son exécution rapide et son interface utilisateur conviviale nous incitent à aller plus loin dans son exploration. Le logiciel lui-même est bien documenté et a une facilité de portabilité d'une machine à une autre. Cependant, l'implantation s'est effectuée que sur un système d'exploitation « Microsoft Windows ® ». Nous avons pu bénéficier de l'encadrement d'un chercheur du CIRAD à Antananarivo (Dr Eric Penot) qui est l'un des développeurs de cet outil (Penot *et al.*, 2007). La principale limite du logiciel réside dans le fait qu'il ne dispose pas de module « d'optimisation ». Un tel module aurait été très utile pour identifier les stratégies permettant de maximiser le revenu d'un exploitant, tout en minimisant le coût de production dans ces ateliers.

2.4.2. Fonctionnement du modèle

La construction du modèle est scindée en 3 étapes :

- Une phase de constitution de la base de données ;
- Une phase d'initialisation des systèmes agraires, où on introduit des données agronomiques qui détaillent chaque itinéraires techniques;
- Une phase de sortie des résultats.

Dans la phase de constitution de la base donnée, les données sont de type économique (unité monétaire, temps et mesure de quantité). C'est à cette étape que nous introduisons les produits et les charges de l'exploitation.

2.4.2.1. Constitution de la base de données

Les produits englobent tout ce que l'exploitation produit et vend à l'extérieur de l'exploitation. Les charges sont constituées de tous les intrants et tout ce qui contribue à la réalisation des objectifs de l'agriculteur. Les produits autoconsommés (destinés pour les petits élevages et les semences) sont traités de deux manières : soit ils sont ignorés et n'apparaissent pas dans les données, soit ils sont inclus simultanément dans les produits et les charges de façon à annuler leurs effets respectifs.

Les informations ont été partagées en trois modules :

- Module Atelier
- Module Entreprise
- Module Familial

Module Atelier

Ce module présente les produits que la ferme fournit sur le marché et les charges liées à l'activité agricole. Chaque article doit avoir une unité de mesure et un prix de vente. On peut encore détailler ce module de façon à identifier les rendements de chaque activité. Ce module atelier est composé de trois paramètres :

- Nom du produit ;
- Unité ;
- Prix / Unité.

Chaque produit de l'atelier est classé dans des catégories homogènes (céréales, oléagineuse, protéagineuses, légumineux, produits d'élevage, arboriculture, fourrages, plantes à tubercules, des différents boutures, jeunes pousses et semences). Les charges sont regroupées sur le même principe (engrais et fertilisants, semences et boutures, main d'œuvre, aliments du bétail, frais vétérinaires). Dans ce module, seules les charges opérationnelles sont prises en compte. Ces charges varient en fonction du volume d'activité et font intervenir des inducteurs de coût. L'outil permet également la prise en compte du temps de travail. Nous avons donc établi un calendrier de travail mensuel en spécifiant les périodes de travail successives. Deux calendriers de travail ont été identifiés :

- Un calendrier pour les personnes qui ne travaillent que sur leur exploitation
- Un calendrier pour ceux qui ont des emplois non agricoles.

La main d'œuvre familiale n'entre pas dans le coût de production. Seuls sont pris en compte la main d'œuvre journalière et la main d'œuvre permanente. Pour évaluer la disponibilité mensuelle, les informations suivantes sont enregistrées :

- Mois ;
- Début du mois ;
- Fin du mois ;
- Nombre d'heure disponible par jour ;
- Pourcentage de disponibilité dans le mois ;
- Total d'heure disponible par mois.

Module Entreprise

Dans ce module, nous avons défini tout ce qui concerne l'entreprise. Les charges de structure peuvent comprendre les entretiens, la réparation des outillages et des bâtiments. Tout ce qui ne disparaît pas dans l'activité de transformation fait partie des dépenses de l'entreprise. Les dépenses diverses incluent le coût de fabrication des bâtiments ou locaux de travail. Les recettes de l'entreprise peuvent être, par exemple, la location de l'entrepôt ou du tracteur de l'exploitation. On a remarqué sur le terrain qu'en général les exploitants ne louent pas leurs outils de travail. La construction des étables date d'une quinzaine d'années, il est alors difficile de les évaluer au coût actuel.

Module famille

Ce dernier est relatif à tout ce qui concerne les dépenses de la famille. Que ce soit les frais de scolarité, les frais des nécessités quotidiennes et même les éventuels frais de santé. Mais aussi, le revenu des activités extra-agricoles (revenu off-farm).

Au niveau des revendeurs et des agriculteurs, les prix affichés sur le marché sont pourvus de taxes. Actuellement la Taxe sur la Valeur Ajoutée (TVA) est de l'ordre de 20%. Rares sont les exploitations qui prennent en compte cette taxe. C'est d'ailleurs l'une des raisons pour laquelle les exploitants enquêtés se sont montrés méfiants envers les enquêteurs.

2.4.2.2. La déclaration des itinéraires techniques

Cette étape consiste à introduire dans le modèle de fonctionnement de l'exploitation les données agronomiques qui concernent les itinéraires techniques de chaque activité agricole (variété de cultures, type d'élevage). Chaque individu a son propre itinéraire technique ; les charges, les coûts de production et les rendements varient donc entre les paysans. Seul le chef d'exploitation décide pratiques culturales, des

moyens à mettre en œuvre et des quantités d'intrants à utiliser (Brossier *et al.*, 1991). Nous avons classé les différentes cultures en 3 genres :

- type annuel, lorsque la durée de plantation est inférieure à 1 an
- type pluriannuel lorsque la durée de plantation est comprise entre 1 et 5 ans
- type pérenne lorsque la durée de plantation est supérieure à 5 années

Nous allouons comme charges la main d'œuvre et les intrants. Le temps consacré à une activité par la main d'œuvre familiale est aussi considéré. Nous n'avons pas pu utiliser la fonction « Troupeau » de Olympe (problème d'initialisation). Cette fonction prévoit de simuler l'évolution des effectifs animaux au cours du temps.

2.4.2.3. La sortie des résultats

La flexibilité d'Olympe nous permet de personnaliser le type de résultat à la sortie. Ceci est un plus par rapport aux fonctions déjà prédéfinies. En effet, nous disposons d'une fonctionnalité de typologie, que nous n'avons pas été en mesure de utiliser en raison du nombre trop limité d'exploitants enquêtés. Nous avons aussi un module de regroupement qui permet de visualiser le comportement économique d'un groupe d'exploitants. Enfin, le module « Aléas » permet de pratiquer une simulation d'une exploitation virtuelle sur une période allant jusqu'à 80 années. Nous nous sommes limités à une durée de 10 années pour notre étude. Les indicateurs que nous avons construits sont :

- Le coût de production d'un litre de lait
- Les coûts liés aux cultures fourragères par vache et par an
- Un indicateur d'endettement.

3. Résultats

3.1. Les cultures fourragères

La culture d'avoine, associée ou non avec le Ray Grass en contre saison ou en saison intermédiaire, est la plus pratiquée par les 4 éleveurs suivis. Ils cultivent aussi du Pennisetum et du Brachiaria. Les résidus de culture, comme la paille de riz ou de maïs, sont récupérés et donnés aux bétails pendant la période sèche. La production totale en matière sèche et en UFL⁵ des fourrages cultivés est présentée dans le tableau 2 pour chacun des 4 éleveurs suivis (identifiés par les lettres a, c, j et k). Le taux de MS moyen et la valeur énergétique (UFL) moyenne des fourrages sont présentés dans le tableau 3.

Exploitations	Variétés / espèces	Quantité kgMV ⁶	Poids kgMS	UFL	Surface (are)
a	Pennisetum	1080	216	155	310
	Banane	3000	600	390	25
	Maïs	3750	1125	776	90
	Setaria	180	50,4	36	35,69
	Songe	1220	366	256	2
	Riz (paille)	7500	4875	2681	100
	Chloris	1440	432	311	1,44
	TOTAL		7664	4607	
c	Brachiaria				
	Marandu	3650	1095	821	60
	Pennisetum	28105	5621	4047	150
	Riz (paille)	10000	6500	3575	150
	Avoine	15000	3750	2737	20
	Ray Grass	15000	4200	3360	80
	TOTAL		21166	14540	
j	Avoine	18000	4500	3285	40
	Avoine	4200	1050	766	10
	Chloris	1750	525	378	10
	Pennisetum	15000	3000	2160	20
	Brachiaria	200	60	45	3
	Riz (paille)	12875	8368,75	4602	22
	Radis	1800	324	226	10
	TOTAL		17827	11464	
k	Avoine	1350	337,5	246	3
	Riz (paille)	500	325	178	22
	Brachiaria	3600	1080	810	3
	Setaria	150	42	30	15
	TOTAL		1784	1295	

Tableau 2 : production de matière sèche et UFL dans chaque exploitation

⁵ UFL : Unité Fourragère Lait

⁶ KgMV : Kilogramme de Matière Verte / fraîche

Type de fourrage	% MS	UFL
Avoine	25	0,73
Chloris	30	0,72
Setaria	28	0,73
Brachiaria	30	0,75
Ray Grass	28	0,8
Paille de riz	65	0,55
Paille de maïs	30	0,69
Soja ou maïs	30	0,69
Pennisetum	20	0,72
Pomme de terre	25	0,9
Patate douce	25	0,9
Songe	30	0,7
Maïs	30	0,69
Radis	18	0,7
Banane	20	0,65

Tableau 3 : production moyenne de matière sèche et UFL

Comme les fourrages sont souvent fauchés au stade montaison, on observe une relative pénurie de semence dans la région.

3.2. Les activités agricoles

La proportion du revenu de chaque activité dans les deux terroirs n'est pas similaire (Figure 2). Les « Autres élevages » font référence aux élevages non bovins (petit élevage comme l'élevage de cochons, de poissons et de volailles). Le revenu « Off-farm » concerne les bénéficiaires du commerce de détail ou du salaire extra-agricoles.

La production de lait représente en moyenne 45% du revenu des exploitations à Betafo. Le niveau de dépendance à l'agriculture des paysans dans cette région est très élevé, il est de l'ordre de 78%. Dans la zone d'Antsapanimahazo, une grande partie des revenus provient des activités extra-agricoles (53%). La part de la production laitière dans le revenu totale s'élève à 25%.

Le coût moyen de production d'un litre de lait (4 éleveurs confondus) est de 468 Ariary (0.18€), lequel est encore profitable car le prix du marché tourne autour de 600 Ariary (0.23€; prix de rachat de TIKO). En une année, la production de lait d'un paysan de Betafo peut atteindre 16000 à 16500 litres. En moyenne, leur production est de 10765 litres à raison de 8 à 12 litre par vache. La période de lactation dure entre 300 à 330 jours avec en moyenne une mise bas par an.

Beaucoup d'éleveur sur le terrain se plaignent de l'augmentation du coût de l'insémination artificielle qui est passée de 10000 Ariary (3.9 €) à 31000 Ariary (12 €) en 3 ans. Ce coût d'opération ne garantit pas la fécondité de la vache. L'insémination naturelle est moins coûteuse mais elle est présente des risques sanitaires plus élevés (maladies sexuellement transmissibles).

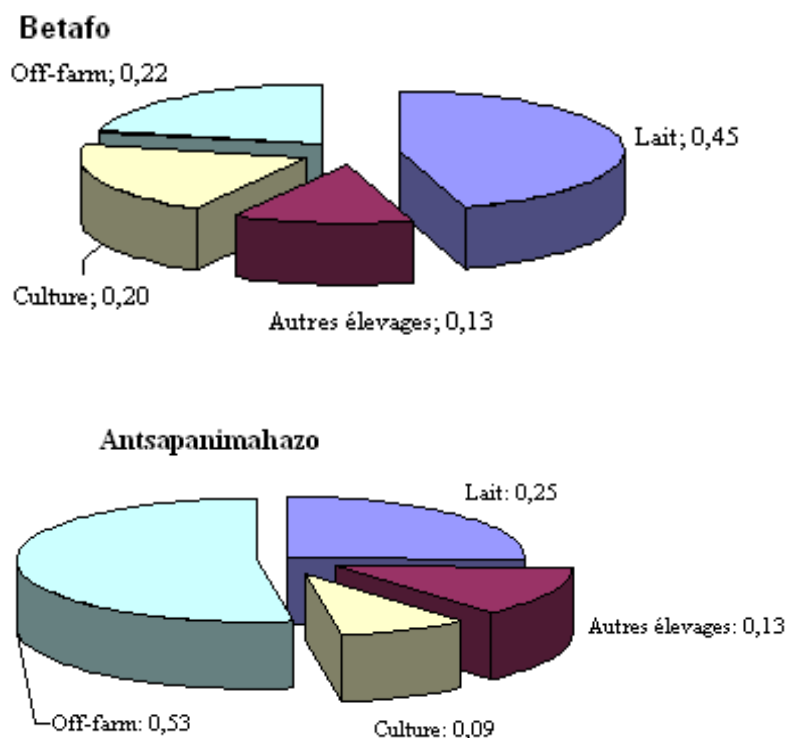


Figure 2 : Proportion du revenu de chaque activité

Pour les éleveurs qui associent les cultures fourragères et l'élevage laitier, les charges opérationnelles liées à la production laitière incluent les charges liées aux cultures fourragères et celles liées à la production du lait. Les dépenses sont sur la base d'un an. Le tableau 4 montre la distribution de revenu de chaque activité, la disponibilité foncière et le rapport entre les dépenses et les recettes. Le ratio dépenses sur recettes permet de constater si le fermier réalise une marge financière par son travail (auquel cas ce rapport est inférieur à 1).

	Dépenses / dépenses tt		Revenu /revenu total		Disponibilité foncière (Ha/tête)	Rapport Dépense / Recette	Marge (ar)	Solde (ar)
	Agriculture	Famille	Vaches	Agriculture				
a	0,60	0,40	0,39	0,71	1,03	0,86	2 149 814	1 002 814
c	0,90	0,10	0,51	0,86	0,78	0,77	359 559	-580 441
j	0,67	0,33	0,37	0,48	0,30	1,02	-2 785 394	-425 394
k	0,69	0,31	0,14	0,47	0,21	0,64	-273 692	615 808

Tableau 4 : Dépenses, revenus et marges pour chacun des éleveurs laitiers suivis

On notera qu'un éleveur présente un solde dépassant les 600000 Ariary (232 €) par an. Les rapports "Dépense sur Dépenses totales" et "la Distribution de revenu" indiquent que l'agriculture constitue souvent l'activité prédominante d'une famille paysanne et que la production laitière constitue une part importante des revenus totaux chez 3 éleveurs sur 4. Par ailleurs, le rapport "Dépense sur Recette" nous indique que l'activité est rémunératrice chez 3 des 4 éleveurs (rapport < 1).

La disponibilité foncière montre quelle surface fourragère dispose une vache annuellement. La surface est ici exprimée en Hectare. Cet indicateur est l'inverse de la charge globale que nous avons l'habitude d'étudier. La charge globale est le nombre moyen d'animaux présent sur la totalité de la superficie de l'exploitation au cours de l'année qui est calculée par nombre d'UGB⁷ divisé par la surface totale de

⁷ UGB : Unité de Gros Bétail, soit l'équivalent d'une vache laitière adulte.

l'exploitation. Nous avons choisi ce ratio de chargement foncier car la taille d'une vache locale à Madagascar est en moyenne autour de 0,7 à 0,9 UGB. Il est alors plus pratique de travailler sur la superficie disponible pour un animal que de mener ses recherches sur le nombre d'UGB par hectare.

3.3. Les activités agricoles

3.3.1. Analyses descriptives

3.3.1.1. Coût de production de fourrage

A fin de d'évaluer la quantité de fourrage ingérée par une vache par an, nous avons travaillé sur le poids sec. Cette valeur est donnée ici à titre indicatif (Tableau 5).

	Matière Sèche ingérée/VL/an	Coût (ar/kg) MS
a	1 916	329,9
c	5 291	78,9
j	4 456	59,8
k	1 784	34,7

Tableau 5 : Quantité de MS et son coût de production

3.3.1.2. Coût de production de lait

Les dépenses sont réparties en quatre variables (cultures fourragères, compléments d'alimentation des vaches, soins vétérinaires et main d'œuvre permanente). Les dépenses pour l'achat des compléments d'alimentation sont les plus élevées parmi toutes. Ces informations sont exposées en détail dans le tableau 6 :

Expl	Dépenses (Ar/an)				Totale dépense	Production lait (litre/an)	Coût lait (ar/litre)
	Cultures fourragères	Compléments alimentaires	Soins Vétérinaires	MO permanentes			
a	2 528 575	2 304 000	120 000	3 456 000	8 408 575	16 500	510
c	1 670 900	3 765 000	164 000	1 404 000	7 003 900	16 000	438
j	1 066 850	2 852 300	540 800	720 000	5 179 950	9 900	523
k	61 900	0	100 000	102 000	263 900	660	400

Tableau 6: Coût de production d'un litre de lait

Les dépenses pour la production fourragère incluent :

- la main d'œuvre journalière, pour le semis et les entretiens. Les coupes sont assurées par la main d'œuvre familiale ou la main d'œuvre permanente.
- les engrais (Urée, NPK) et les autres fertilisants. Les fumiers produits dans les fermes suffisent souvent pour assurer la fertilisation organique.
- Les semences.
- Les traitements de semences et les traitements herbicides.

Les compléments d'alimentation sont des drèches, résidu de malt, ou des provendes. Le prix de la drèche s'élève à 110 Ariary /kg (0.04 €) et varie avec l'éloignement du lieu de livraison. Le montant d'un kilogramme de provende change selon la composition de celle-ci : le *Feed Meal* (de Tiko) est à 450 Ariary/kg (0.17 €).

FIFAMANOR préconise des formules de provendes à la demande des éleveurs. Cette formule est élaborée en tenant compte de la valeur alimentaire des fourrages, des ingrédients constituant la ration et disponibles chez l'éleveur et du niveau de production laitière. Par exemple, pour un animal recevant chaque jour 45 kg de MV de Pennisetum Kizozzi, 5 kg de MV de radis fourrager, et 5 kg de drèches de brasserie, la formule élaborée est la suivante (Tableau 7):

Matières	Poids (kg)	Prix (ar/kg)
Son de maïs	12	220
Manioc	56	200
Son de blé		
Remoulage		
Son de riz	5	100
Tourteau de coton	24	340
Arachide		
Soja		
Coquillage	2	200
Poudre d'os		
Sel	1	160
Premix/CMV	0,25	4000

Tableau 7 : Composition de l'aliment concentré

Le prix et la qualité de ce produit défient largement les produits rencontrés sur le marché (Tableau 8). La production laitière dépend alors du rationnement journalier (Tableau 9).

Apport du concentré	
UFL /kg MS	0,99
PDIE g/kg MS	117,55
% Mat /MS	12,32
Prix ar/kg de cc	240

Tableau 8 : Apports du concentré

Production laitière (L)	Provende (kg)	Matin (kg)	Soir (kg)
05 à 06			
07 à 08	0,5	0,5	
09 à 10	1	1	
11 à 12	2	1	1
13 à 14	3	1,5	1,5
15 à 16	4	2	2
17 à 18	5	2,5	2,5
19 à 20	5,5	3	2,5
21 à 22	6	3	3
23 à 24	7	3,5	3,5
25 à 26	7,5	4	3,5
27 à 28	8	4	4

Tableau 9 : Rationnement en concentrés en fonction de la production laitière

3.3.1.3. Temps de travail

Dans une EFA, il est difficile de déterminer le nombre d'heures de travail effectuées dans chaque atelier dans la mesure où la main d'œuvre familiale participe aux travaux. La disponibilité en main d'œuvre familiale de chaque foyer varie de 1 à 3 UTH⁸. Le temps de travail journalier varie d'un foyer à un autre : en moyenne, il est de 9 heures à Betafo et de 6 heures à Antsapanimahazo. En regroupant ces temps alloués à chaque activité et en considérant la disponibilité de main d'œuvre, nous pouvons visualiser à quel moment l'exploitant a besoin d'aide de l'extérieur et combien de personnes lui sont nécessaires (Annexe 2 : rapport des heures de travaux)

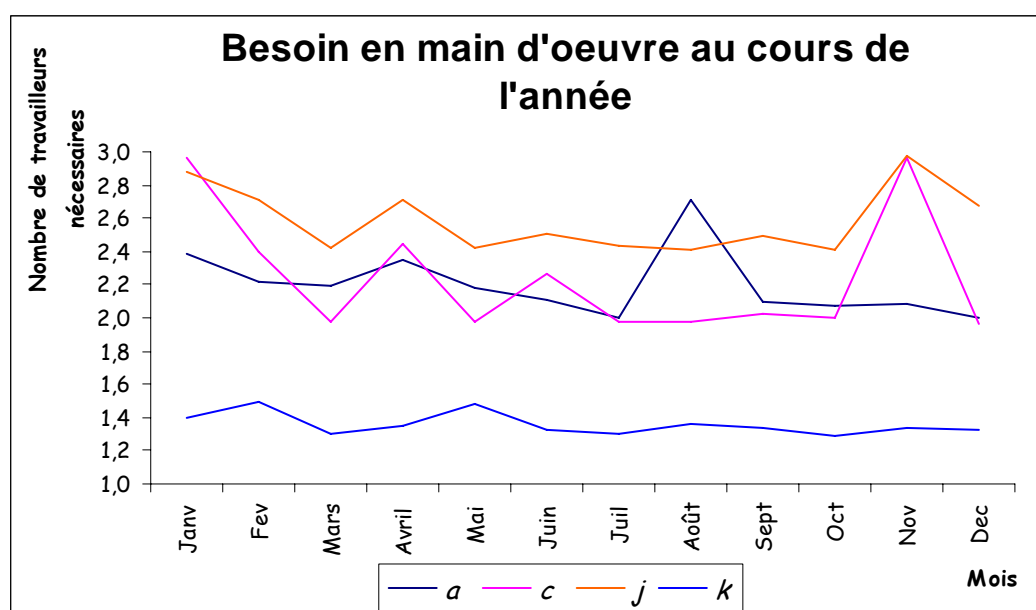


Figure 3 : Evolution des besoins en UTH au cours de l'année

	Main d'œuvre		Effectif du cheptel bovin			Temps nécessaire pour l'élevage (Heure/jour)
	Mo Familiale	MO Permanente	Vaches laitières	Génisses	Taureaux	
a	3	3	4	4	1	6,5
c	3	2	4	3	1	6
j	2	1	4	5	1	3,15
k	4	1	1	2	0	3,4

Tableau 10 : Les caractéristiques des nos 4 éleveurs

Lors des travaux de culture, on emploie le plus souvent de la main d'œuvre journalière. Si une activité spécifique nécessite 1 UTH en plus pendant un mois, le chef de l'exploitation préfère prendre plusieurs employés en quelques jours plutôt que de travailler avec une seule personne pendant plusieurs semaines, et cela de façon à ne pas trop décaler la période de pousse de la culture. Le tableau 11 ci-après montre une approximation des heures utiles pour réaliser l'opération d'écobuage⁹.

⁸ U.T.H. - Unité de Travail par Homme

⁹ L'écobuage est un mode de préparation à la culture d'un terrain engazonné, consistant à détacher la couche herbue par plaques, qu'on fait ensuite sécher et brûler pour en répondre la cendre

Opérations	Temps (Heures)
Fauche d'un hectare de jachère herbacée	150-180
Mise en bottes d'une tonne de matière sèche	5 à 7
Transport à dos d'homme d'une tonne de MS sur 1Km (aller et retour)	45 à 55
Paillage d'un hectare	130 à 150
Ecobuage sur 1 hectare :	
- Confection des tranchées tous les mètres	480 à 510
- Remplissage des tranchées	100 à 120
- Recouvrement des tranchées et confection des cheminées	50 à 60
- Brûlis et vérification	40 à 50
- Nivellement du sol sur les tranchées	30 à 40
Total	700 à 780

Tableau 11 : Temps de travail nécessaire aux opérations de paillage et d'écobuage

Le tableau 12 montre une approximation des heures utiles pour réaliser les différentes tâches des activités culturelles.

OPÉRATIONS CULTURALES	Unité	Temps
PRÉPARATION DU SOL		
Labour d'ouverture		1200 - 1300
Labour fin cycle		650 - 750
Emottage		80 - 200
Coupe – fauche		40 - 140
Roulage		
Traitement pré semis		14 - 16
SEMIS		
Semis (25 x 20 cm)	heure/ha	150 - 400
Epannage fumier		70 - 80
Epannage engrais		12 - 14
ENTRETIEN		
Resemis		25 - 50
Traitement post-levé		14 - 16
Sarclage		600-630
Désherbage manuel		550-600
Traitement insecticide		24-32
Apport d'urée		08-010
RÉCOLTE		
Coupe		120 - 160
Battage		
0,5 - 1t		7 - 10
1 - 1,5t		10 - 13
1,5 - 2t		13 - 16
2 - 2,5t	kg/heure	16 - 19
2,5 - 3t		19 - 22
3 - 3,5t		22 - 25
3,5 – 4		25 - 28
4 - 4,5		28 - 31
Vannage		70 - 80

Tableau 12 : Temps de travail nécessaire pour les opérations de culture sur un hectare.

3.3.2. Les simulations

3.3.2.1. Descriptions des simulations

Nous avons effectué cinq types de simulations (Figure 3). Toutes sont basées sur les situations actuelles et les pratiques culturelles des paysans. Elles permettent de mettre en évidence les points forts et les faiblesses de la pratique des SCV. Nous avons comparé la situation où les exploitants suivent les conseils de l'encadrement technique sur les SCV et celle où ces conseils ne sont pas observés. La comparaison des résultats actuels et des simulations faites sur une période de 10 ans constitue un des éléments importants de l'étude.

Simulation 1:

Nous avons considéré que les paysans continuent de procéder comme ils le font actuellement sur une période de 10 ans. Les surfaces des champs pour les cultures et la taille des cheptels resteront inchangées tout au long de la simulation. Aucune inflation des coûts ni de variations des rendements ne seront imposées dans les scénarios.

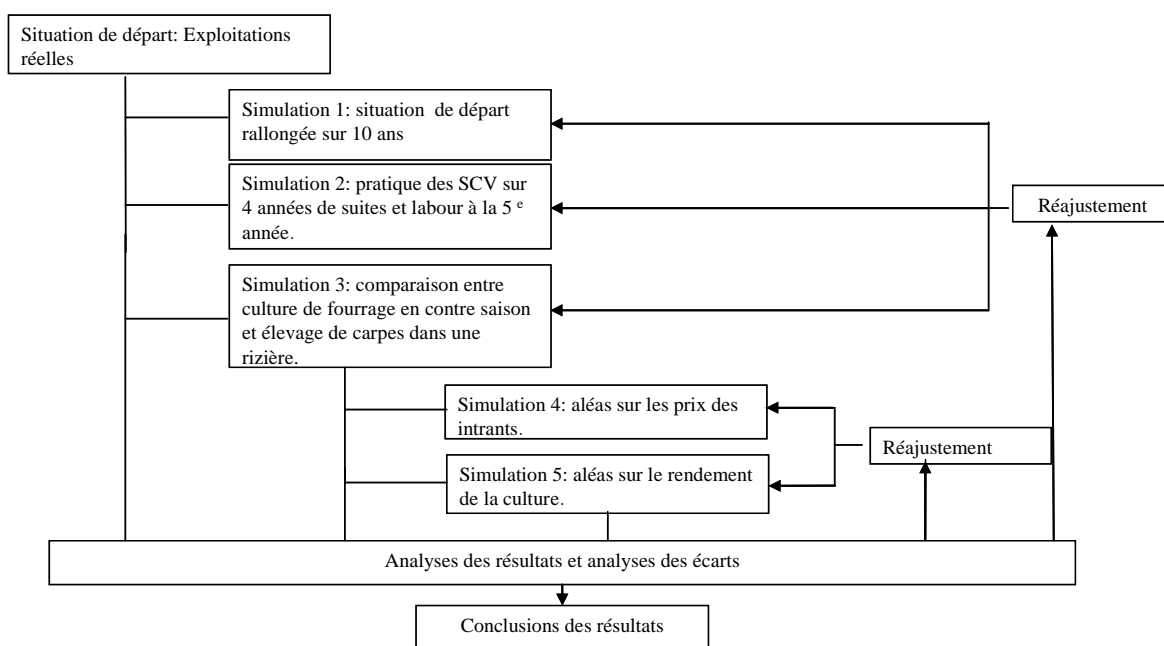


Figure 4 : Méthodologie de simulation avec Olympe

Simulation 2:

Sur la base des pratiques actuelles, nous avons considéré que les paysans mettaient en œuvre la technique des SCV pendant 4 ans et revenaient en année 5 aux techniques traditionnelles (labour).

Nous jugeons ce procédé intéressant car il limite les effets néfastes des adventices pendant les 4 ans sans labour. Nous économiserons alors 4 années de labour sur 5. Nous ne pénalisons pas le labour du sol dans les SCV mais la fréquence des travaux des champs qui favorise le ruissellement du sol.

Les surfaces agricoles et les nombres des bétails resteront le même que dans la situation réelle, sauf que le système agraire a changé.

Dans le cadre de cette simulation, nous prendrons un exploitant qui cultive ses champs de façon traditionnelle. Nous simulerons alors les 10 années à venir par des ITK des SCV. Une deuxième exploitation sera sur sa deuxième année de SCV, nous la simulerons alors sur la même durée de 10 ans.

Le choix de la culture est basé suivant l'objectif du fermier qui est d'intensifier son élevage laitier. Et pour ce faire, nous avons décidé de réduire le coût de sa production laitière en jouant sur tous les paramètres qui entrent en jeu.

Notre but est de produire plus de fourrage pour acheter moins de concentré. Et c'est sur cette idée que le choix de notre culture s'est fait, c'est-à-dire nous avons pris des cultures fourragères et ainsi suivant la possibilité des ITK, nous avons associé des cultures vivrières. On pourrait simuler une multitude de culture en association et des cultures en rotation, mais le choix de ces cultures respecte au maximum l'objectif de l'éleveur. C'est ce que nous appelons "une approche exploitation" (Norman D, 1982).

Simulation 3

Un exploitant représentatif dans la région de Betafo possède une rizipisciculture de carpe. Pendant la contre saison, il préfère garder son atelier de carpe au lieu de planter des fourrages qui lui seront utile pour ses vaches. L'élevage de carpe est-il plus rentable que la production laitière?

Cette simulation compare l'intérêt entre l'élevage de poisson par rapport à la culture de fourrage en contre saison.

Pour ce faire, nous avons gardé les mêmes cultures tout au long de la simulation 3 et au lieu de suivre ses activités d'élevage de carpes, nous avons effectué le choix de cultiver des Ray Grass en contre saison. Voyons dans la page suivante la production fourragère de la simulation 3.

Pendant la période de culture de riz irrigué, nous pourrons toujours garder l'élevage de poissons dans les rizières. Ce qui divise en deux le revenu de la vente de poissons. En effet, l'élevage de carpes ne dure que 6 mois dans la simulation 3 au lieu de 12 mois dans la situation réelle.

Les surfaces dans toutes les simulations seront gardées pour la base de la comparaison, et il en est de même pour le nombre des cheptels. La comparaison est effectuée entre l'agriculteur réel et les variantes de cet éleveur lui-même.

Au début de ces trois simulations, nous avons considéré qu'il n'y aura pas d'inflation pendant ces 10 ans de simulation. Pour la suite, on prendra une tendance d'inflation économique de 10% pour la première année et de 20% pour la deuxième année.

Les critères de la comparaison seront basés sur les résultats de la trésorerie de chaque individu simulé. Ces résultats comprennent entre autres les charges opérationnelles qui sont directement influencées par une variation de prix des intrants, puis les marges et les soldes cumulés qui nous permettront d'apprécier la valeur cumulée des bénéfices ou des pertes d'une action.

3.3.2.2. Résultats économiques des simulations

Simulation 1 et simulation 2

Le compte d'exploitation prévisionnel permet d'évaluer les charges et produits et donc de prédire la viabilité économique de l'action.

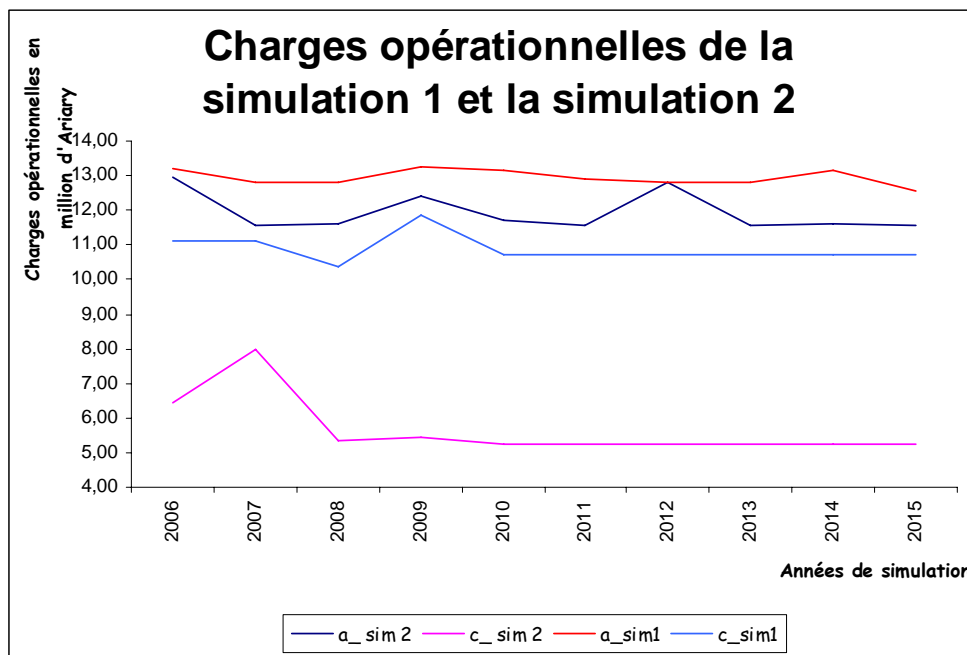


Figure 5 : Graphe des charges opérationnelles simulation 1 contre simulation 2

Avec la simulation 1 (simulation sur 10 ans de 2006 à 2015, *a_sim 1* et *c_sim 1* sont les situations réelles), nous avons observé des charges opérationnelles relativement constantes (Figure 5). Les variations observées correspondent à la mise en place des cultures pérennes ou cultures pluriannuelles. Ces cultures sont celles qui ont été pratiquées en année 1. Dans la simulation 2 (les exploitations virtuelles sont *a_sim 2* et *c_sim 2*), certaines cultures ont été gardées en mode de gestion traditionnelle, comme la culture de riz pluviale et des bananiers.

La valeur des dépenses opérationnelles a été ajustée de façon à maintenir constante la production laitière. Cette méthode permet d'estimer le coût de production pour une quantité de lait produite donnée. Le réajustement des valeurs de la dépense liée à l'achat du complément d'alimentation est nécessaire pour fonder la base de la comparaison de la rentabilité économique. Les marges de l'activité de culture fourragère ont été valorisées par la production du lait. Au total, pour évaluer les marges engendrées par la pratique des SCV, nous nous basons sur les marges de l'activité liée à la production laitière.

Nous avons observé deux types de résultats, selon le stade de mise en pratique des SCV : les marges des paysans en phase d'essai diffèrent de celles des paysans en phase d'adoption (Figure 6).

Les éleveurs « a » et « c » sont dans une phase d'essai de la pratique des SCV. La figure 6 nous relève que l'objectif de la simulation 2 est plus intéressant que la situation actuelle des paysans.

Les marges des paysans en phase d'essai varient entre 41% à 92% supérieures aux marges dans les activités de cultures habituelles.

Les économies réalisées depuis la mise en œuvre des SCV permettent aux paysans en phase d'adoption d'accroître de 100 à 150% leurs marges d'activités.

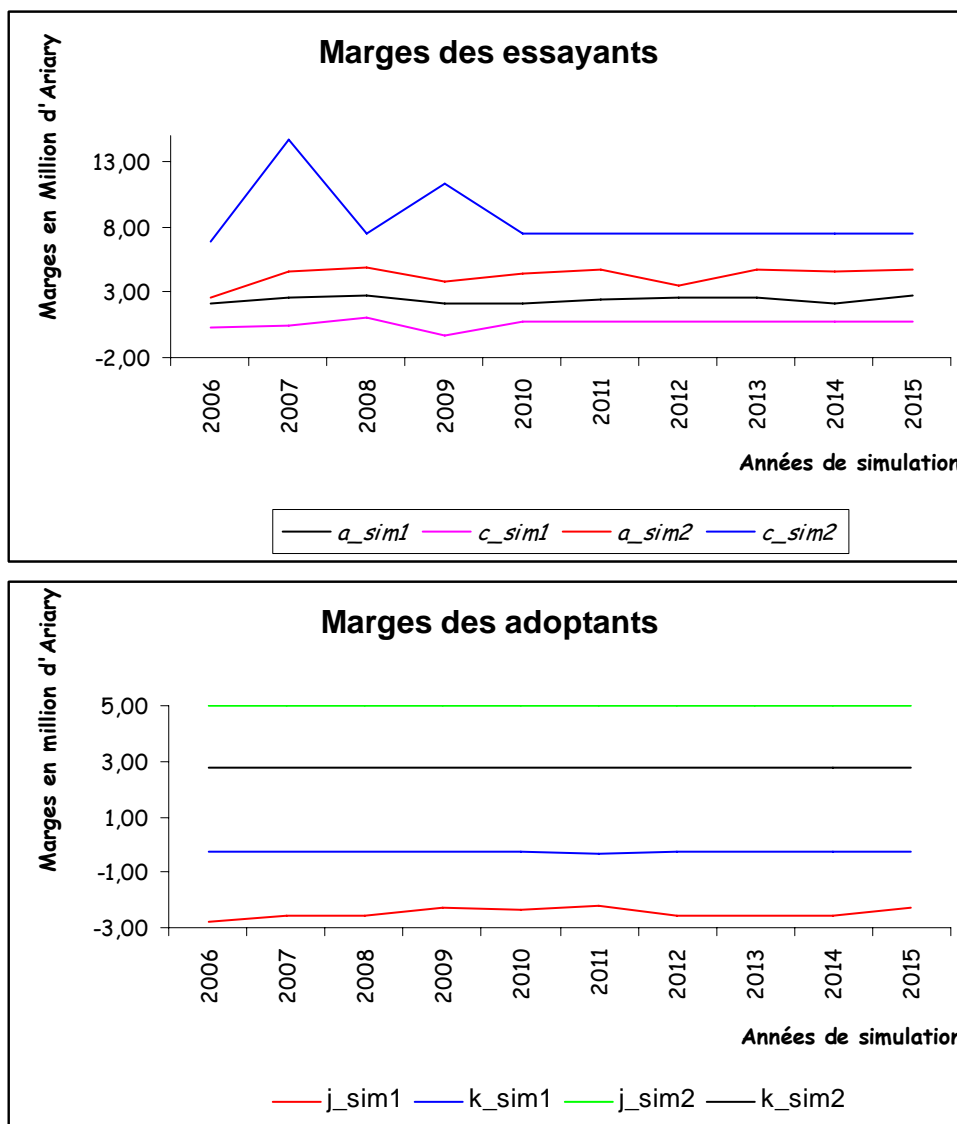


Figure 6 : Evolution des marges pour les paysans en phase d'essai et en phase d'adoption

L'économie sur les capitaux investis pour la mise en place des cultures peut atteindre de 8 à 48% par rapport aux capitaux injectés en pratique traditionnelle.

Nous observons en conséquent une diminution du coût de production du litre de lait oscillant entre 182 (0,07 €) et 372 Ariary/litre (0,14 €) suivant le niveau d'adoption des systèmes. La conséquence directe de cette augmentation de marge est l'augmentation du revenu de l'exploitation et l'amélioration de la trésorerie des paysans. Cependant, cette augmentation de revenu est conditionnée par quelques paramètres.

Les paysans qui ont un solde cumulé positif ont des caractéristiques communes (Figure 7) : surface fourragère supérieure à 0,70 hectares par vache laitière, diversification des sources de revenu, pratique culturelle de plusieurs espèces de culture fourragère. Actuellement, on ne dispose pas encore de variété de fourrage supportant les variations climatiques saisonnières et les aléas climatiques. Les paysans sont donc obligés de cultiver plusieurs types de fourrages sur une année entière.

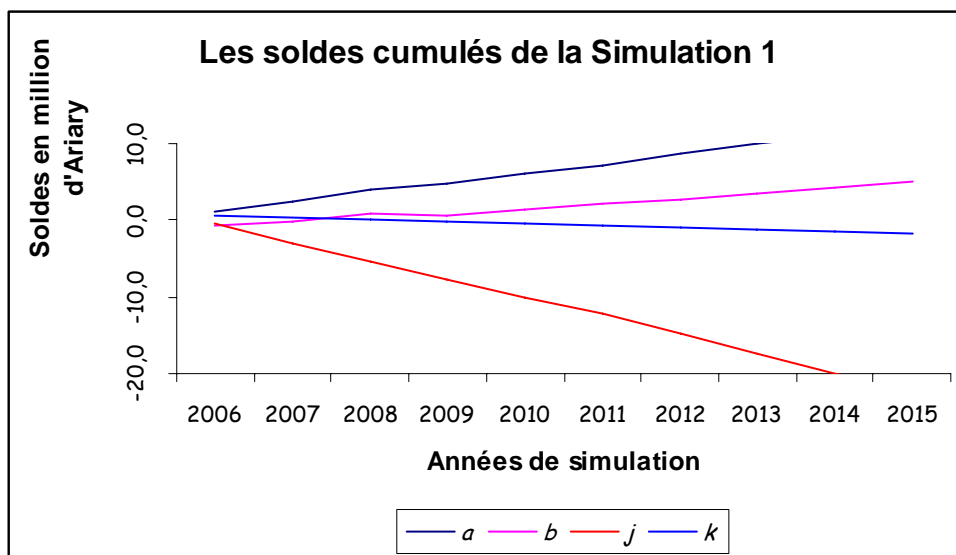


Figure 7 : Graphe des soldes cumulés chez les 4 exploitations

Les paysans présentant un solde négatif cultivent aussi des fourrages, mais sont plus sensibles aux aléas climatiques. Par ailleurs, ils disposent de moins de 0,70 hectare par vache, ce qui entraîne une sous alimentation chronique et une réduction de production laitière.

Simulation 3

La figure 8 représente les marges et les soldes cumulés de la simulation 3. Il compare la simulation 3 et la simulation 1. Les marges observées pour ces 2 simulations sont similaires. Par contre, les soldes de ces 2 simulations tendent à diverger avec le temps : pour cet éleveur de vaches laitières, il est plus intéressant de cultiver du Ray Grass une partie de l'année que de maintenir en permanence l'élevage des poissons. Il pourrait ainsi cultiver des fourrages en contre saison (saison sèche) et pratiquer la rizipisciculture (carpes) en saison pluviale et en saison intermédiaire.

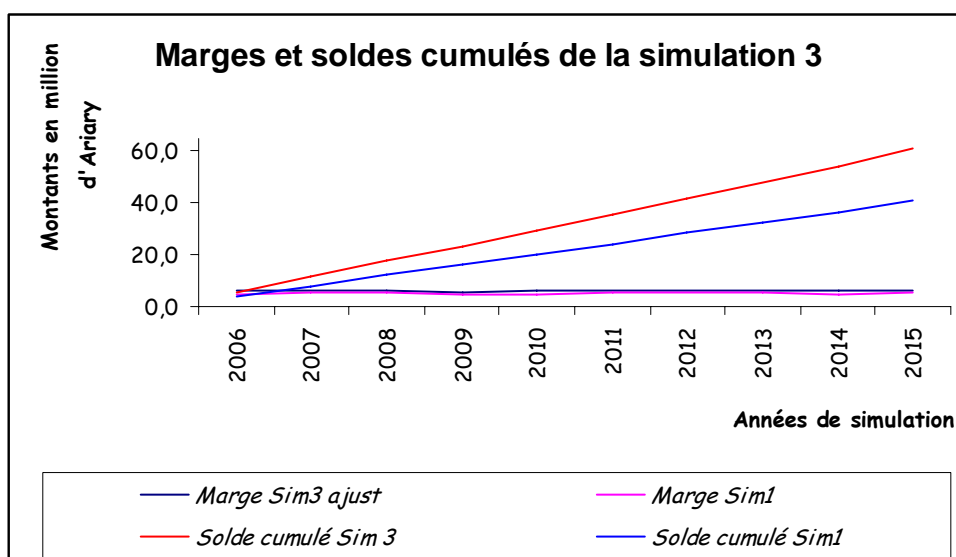


Figure 8 : Graphe des marges et soldes cumulés de la simulation 3.

Cette figure ne concerne qu'un seul éleveur. Elle représente les marges en simulation 1 par rapport celle de la simulation 3, ainsi qu'une comparaison des soldes cumulés des deux simulations.

Les aléas sur les prix

Nous nous sommes intéressés à l'évolution de la trésorerie de nos éleveurs sur une période de 10 ans afin de bien montrer l'intérêt du projet sur le long terme. Nous avons choisi comme base la simulation 2, c'est-à-dire celle correspondant à des éleveurs qui suivent les conseils des techniciens. Nous avons considéré 2 niveaux d'inflation sur le prix des engrais et sur le coût des mains d'œuvres : 10 et 20%. Dans tous les cas, cette inflation démarre en année 1.

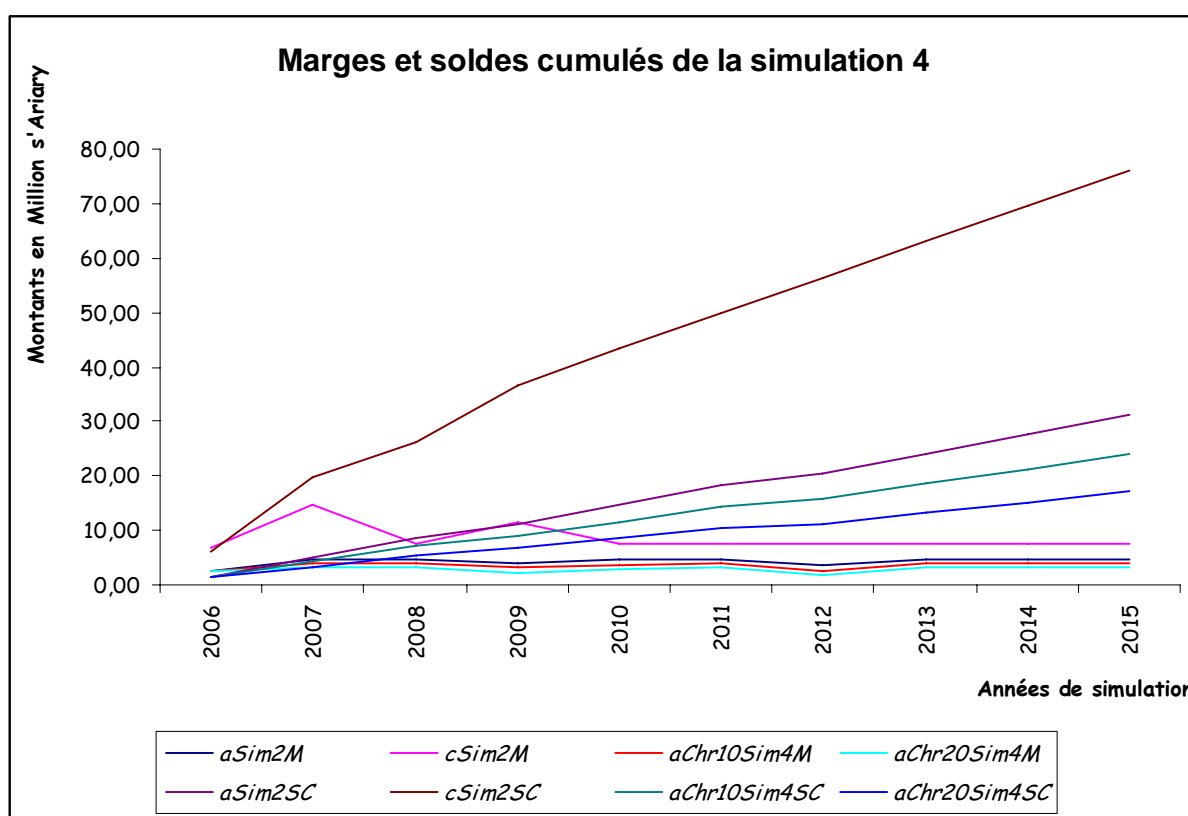


Figure 9 : Graphe des marges et soldes cumulés de la simulation 4

- a Sim2 M : la courbe de la Marge de l'éleveur « a » dans la Simulation 2 ;
- a Chr 10Sim4 SC : la courbe de la Solde Cumulé de l'éleveur « a » dans la simulation 4 (augmentation de 10% sur le prix des intrants) ;

Une augmentation de 10 ou 20% des prix des intrants entraîne une diminution de la pente des soldes cumulés. Ce changement n'implique pas forcément une diminution de la marge de l'activité. Et c'est ce caractéristique de garder une marge positive qui fait l'un des points forts en terme économique des SCV.

Les variations appliquées ici ne sont qu'à titre indicatif pour montrer les fonctionnalités d'Olympe.

4. Discussions

4.1. Evaluation des pertinences des résultats

La qualité de notre analyse est dépendante de deux sources d'erreurs majeures dans la conception du modèle : l'initialisation de la base de données dans Olympe et la validation du modèle (correspondance entre la situation réelle des exploitants et les simulations).

4.1.1. Critiques sur la méthode d'approche

Questionnement en boucle pour l'initialisation de la base de données

Nous n'avons pas pu renseigner la base de données et initialiser le logiciel Olympe *in situ* dans les exploitations (pas d'électricité). Pour compléter la base de données, nous avons effectué des enquêtes classiques, en tablant sur la confiance établie entre les éleveurs et les enquêteurs (opérateurs de TAFA). En effet, l'un des critères de choix de ces individus enquêtés était l'affinité entre les techniciens de l'organisme d'accueil.

Test d'exogénéité des variables

Olympe a une base de données très structurées, ce qui nous conduit à détailler les informations introduites dans la base. Cependant, avec autant de variables explicatives, nous n'avons pas une idée exacte de la qualité informative de chaque variable. Dans une analyse de données, il y a plusieurs étapes à respecter avant d'interpréter de manière fiable les résultats. Ces étapes n'ont pu être menées faute de temps : les variables ont été sélectionnées par intuition et bon sens.

Phase de validation du modèle

La validation du modèle est l'un des travaux les plus importants qui reste à effectuer. Elle nécessite un nouvel entretien avec les éleveurs enquêtés pour obtenir leur avis sur les résultats caractérisant leur situation économique réelle (trésorerie au moment de l'enquête).

4.1.2. Fiabilité des données

Une des principales difficultés que nous avons rencontrées dans l'élaboration de nos modèles réside dans la méconnaissance par les paysans des rendements des productions vivrières ou du niveau des intrants...etc. Ces éleveurs n'ont pas de cahier de suivi qui leur permette de retenir les entrées et sorties de leur exploitation. L'absence de mesure des surfaces et des productions de l'agriculture est aussi un élément pénalisant qui donc a conduit, dans certains cas, à effectuer des approximations sur la base des informations disponibles (éleveurs, opérateurs). La seule production quantifiée régulièrement était la production laitière. Il est ainsi difficile dans ces conditions de mesurer le taux d'erreur du modèle et de le comparer avec un seuil jugé acceptable (inférieur à 5%).

La sincérité de la population enquêtée et la confiance établie entre elle, les organismes d'encadrement et l'enquêteur ainsi que la comparaison du train de vie des éleveurs par rapport aux résultats obtenus nous permettent cependant d'avoir une certaine confiance dans le modèle de simulation de trésorerie des éleveurs. Les éleveurs sélectionnés dans cette étude ne sont pas « des éleveurs types » (absence

de typologie) et il serait nécessaire de vérifier dans une phase ultérieure leur représentativité.

4.2. Discussions et comparaisons de cette étude par rapport d'autres projets.

Sur le plan économique, nos conclusions sont assez proches de celles obtenues dans d'autres travaux concernant les SCV (Alvarez, 2007 ; Alary, 2007 ; Dabat, 2003b). Si les avantages économiques sont souvent décrits, le taux d'augmentation de la marge de l'activité est rarement précisé. La qualité de cette étude prouve belle et bien que les essayants et les adoptants de ces pratiques culturales n'ont pas les mêmes gains au niveau économique. D'autre part, les rendements observés avec la pratique des SCV ne sont pas supérieurs à ceux obtenus par la mise en œuvre des pratiques traditionnelles. En effet, dans l'application des SCV, la densité de semis et la quantité de semence utilisée sont réduites. Il faut également tenir compte de l'expérience acquise par le paysan dans la mise en œuvre de ces techniques agro-écologiques.

Nous avons également comparé nos résultats à ceux obtenus dans une étude menée au Brésil (Alvarez, 2007) qui visait à comprendre les freins économiques à l'adoption des systèmes sous couvert végétal par les petits agro-éleveurs des plateaux du Centre-Ouest brésilien. Dans cette étude, un modèle (programmation linéaire) de simulation à l'optimum de différentes fonctions technico-économiques (revenu, stocks, production laitière) sous l'action de différentes contraintes liées au système de production a été élaboré. Les simulations effectuées ont permis de comparer l'efficacité économique de différentes options (semis direct avec et sans plante de couverture, système conventionnel). Le semis direct, avec et sans plante de couverture, présente un avantage économique pour les agro-éleveurs dans la mesure où le coût des herbicides imposés par cette technique est compensé par les gains de rendements qu'elle offre, par rapport aux systèmes conventionnels en semis manuel. Il apparaît néanmoins que les contraintes de trésorerie liées à l'achat des herbicides favorisent le maintien du système conventionnel. Ces simulations ont également mis en évidence l'importante sensibilité des systèmes d'exploitation à la qualité nutritive des plantes de couverture et des autres cultures fourragères.

Le but de notre étude était de simuler une situation technico-économique future afin que les paysans malgaches puissent anticiper leurs décisions. Contrairement à l'étude menée au Brésil, nous n'avons pas cherché à optimiser une fonction économique en fonction des différentes contraintes accompagnant les systèmes de production des agro-éleveurs des hauts plateaux. Notre travail a néanmoins conduit à l'élaboration d'un modèle descriptif qui permet d'expliquer la réalité aux paysans.

Nous n'avons pas intégré dans notre modèle les risques, comme les variations aléatoires des rendements ou des prix des inputs et outputs. Il serait souhaitable dans le développement d'un futur modèle de prendre en compte ces variations afin que les résultats des simulations s'approchent plus de la réalité. Dans son rapport, Alvarez (2007) précise que *"la prise en compte du risque pourrait permettre de simuler des phénomènes d'apprentissage de la technique se traduisant par une réduction des risques de perte de la production"*, ce qui semble être essentiel dans le cas des agro-éleveurs des hauts plateaux comme notre étude a pu le montrer. L'outil de simulation serait alors d'une aide précieuse que se soit pour les paysans ou pour les organismes de vulgarisation.

Il ressort de notre étude et des études menées antérieurement que les paysans, essentiellement les petits exploitants, sont souvent réticents à l'innovation car les risques y afférents sont énormes et les moyens d'y faire face limités. De plus, la plupart d'entre eux pratiquent une agriculture de subsistance. Néanmoins, dans ces systèmes de production, les produits issus de l'élevage comme le lait, et à un moindre degré la viande, sont de plus en plus souvent commercialisés et procurent aux éleveurs des revenus réguliers. Il est dès lors important de considérer dans les paramètres des modèles l'aspect multi-objectifs des exploitations (variables expliquées et variables explicatives).

L'imprécision des informations fournies par les paysans représente aussi pour nous une limite sérieuse susceptible de pénaliser la fiabilité des résultats. Ce manque de précision est lié d'une part à l'absence de tenue d'une comptabilité en exploitation et d'autre part à la méfiance que les paysans ont vis-à-vis des services de l'Etat et leur réticence à communiquer des informations structurelles (surface de l'exploitation) ou économiques de peur d'avoir à payer des taxes supplémentaires.

Cette étude sur l'intégration de l'élevage dans les systèmes de culture sous couverture végétale permanente est un travail préliminaire qui devra être poursuivi par une approche de modélisation mieux formalisée (représentation du fonctionnement global de l'exploitation, optimisation sous contraintes) ou le contexte social de l'exploitation serait mis en valeur avec la même importance que les aspects technico-économiques.

5. Conclusion

Les paysans ne pratiquent l'agriculture que sur des lopins de terre souvent hérités de leurs ancêtres. Cette agriculture est encore faite de manière traditionnelle, avec peu de moyens de mécanisation et peu d'intrants. Leur taille est restreinte et les rendements peu élevés. Le faible niveau de trésorerie est un des principaux éléments permettant d'expliquer cette relative inertie et le faible développement des cultures fourragères.

Les SCV représentent pour eux une perspective intéressante permettant d'augmenter le disponible de biomasse fourragère pour la production laitière tout en préservant ou améliorant la fertilité des sols et les rendements des productions vivrières. Pourtant dans la région de Vakinankaratra, la pratique de ces systèmes est très disparate. Dans le cas d'Antsampanimahazo, certains agriculteurs sont déjà à leur phase de développement tandis que pour Betafo on est encore à la phase d'essai.

Les élevages laitiers de la région du Vakinankaratra sont de type familial. La plus grande partie des charges de l'élevage est consacré à l'alimentation des animaux. Beaucoup d'élevages ont encore recours à la drèche pour améliorer la production du lait. Cependant, ce complément n'est pas disponible tout au long de l'année. Les éleveurs ont donc recours à l'achat d'autres compléments alimentaires. Ceux-ci coûtent plus chers que la production de fourrage sur l'exploitation. Par conséquent, les éleveurs qui pratiquent les SCV, ont des charges alimentaires réduites par rapport à ceux qui pratiquent des techniques culturales plus traditionnelles. Les charges varient également en fonction de la main d'œuvre familiale disponible mais aussi de quelques paramètres comme le prix des intrants ou le coût de la main d'œuvre extérieure.

Les perspectives d'avenir des SCV s'avèrent très prometteuses du fait de leur intérêt trivalent (lutte contre l'érosion + culture + élevage). Nous envisageons de poursuivre ces travaux initiaux par une thèse d'université en économie. Dans cette optique, nous pourrions effectuer un travail de modélisation du fonctionnement global de l'exploitation laitière (exploitation type) permettant à terme de simuler, à l'optimum, l'impact de l'adoption d'itinéraires techniques innovants basés sur les SCV sur les critères économiques de la durabilité des exploitations (productions et rendements, revenus, main d'œuvre).

Les travaux qui restent à faire :

Faute de temps, des travaux d'affinement des résultats sont souhaitables à faire. La plus grande partie serait « la partie optimisation ». Ce module manque à la fonctionnalité d'Olympe mais pourrait être traité sous Excel. La partie validation du modèle est aussi un travail à faire au près des éleveurs ainsi enquêtés.

Bibliographie

- Alary V, 2007, Contribution à l'élaboration de méthode de mises au point des systèmes de culture durables à l'aide de la modélisation couplée système de culture-système d'exploitation, rapport de mission, CIRAD, UR Système d'élevage, Montpellier, 12 p.
- Alvarez S, 2007, Intérêt de l'introduction des systèmes de culture sous couvert végétal (SCV): approche par la modélisation économique pour les exploitations issues de la Réforme Agraire dans les Cerrados, Brésil., mémoire de fin d'étude, DAA, SupAgro Montpellier, 97 p.
- Brossier J, Chia E, Marshall E, Petit M, 1991, Gestion de l'exploitation agricole familiale et pratiques des agriculteurs. Vers une nouvelle théorie de la gestion. Canadian journal of agricultural Economics, 39, 119-135.
- Dabat M, Pons B, Ramanoelina P, Randrianaivo H, Razafimandimby S, Touzard S, 2003a, Caractéristiques du riz pluvial en comparaison du riz irrigué pour les agents de la filière Antsirabe, Les Sciences Economiques et Sociales, Fiche N°5 / résultats, URP SCRID / FOFIFA / Univ. d'Antananarivo, 2 p.
- Dabat M, Goudet M, Husson O, Michellon R, Randriamidona R, Razafimandimby S, 2003b, L'adoption des techniques de culture agro-écologique par les paysans du terroir d'Antsapanimahazo, Les Sciences Economiques et Sociales, Fiche N°5 / résultats, URP SCRID / FOFIFA / Univ. d'Antananarivo, 2 p.
- Directions Régionales pour le Développement Rural, 2003, Monographie de la région du Vakinankaratra, M.A.E.P. / U.P.D.R., 118 p.
- Goudet M, 2003, Antsapanimahazo : Caractéristiques agraire d'un terroir villageois des hautes terres et conditions d'adoption des systèmes à base de couverture végétale, mémoire de fin d'étude, DAA, ENSAT Toulouse / CNEARC-ESAT, 117 p.
- Guyou C, 2003, Etude diagnostique de la situation agraire de la Région d'Antsirabe I, Madagascar, mémoire de DESS Développement agricole, INA Paris-Grignon, 106 p.
- Husson O, Charpentier H, Razanamparany C, Moussa N, Hubert Razafintsalama H, Michellon R, Naudin K, Rakotondramanana, Seguy L, 2006, Manuel pratique du semis direct à Madagascar, vol II. Les systèmes à proposer en priorité dans les différents milieux de Madagascar, 178 p.
- Lecomte P, 2003, Intégration SCV- élevage au nord et extrême nord du Cameroun, Rapport de mission, CIRAD – EMVT, Montpellier, 37 p.
- Michellon R, Razanamparany C, Moussa N, Rakotovazaha L, Hanitriniaina A F, Razakamanantoanina, RANDRIANAIVO S, Rakotoniaina F, Rakotoarimanana R, 2005, Projet d'appui à la diffusion de technique de culture agro-écologique à Madagascar, Rapport de campagne 2004 - 2005, 155 p.
- Norman D, 1982. The farming systems approach to research, In Proceedings of the Farming Systems Research Symposium, Kansas State University, Flora C. (ed), Farming Systems in the Field, Manhattan.
- Penot E, Deheuvels O, 2007, Simulation et modélisation du fonctionnement de l'exploitation agricole avec Olympe, In Modélisation économique des exploitations agricoles, L'Harmattan, 9-21.

Ribier V, 1994, Les tentatives de la micro-économie classique de mieux prendre en compte la réalité agricole, In : CIRAD-GERDAT : Séminaire d'économie rurale, Economie institutionnelle et agriculture, CIRAD-URPA, Montpellier, 97-104.

Wildberger K, 2004, Analyse de la diffusion et de l'adoption des innovations techniques rizicoles à Madagascar, mémoire de DESS Economie Agricole Internationale, Université Paris 11, 134 p.

Annexe 1

SONDAGE POUR L'INTÉGRATION ÉLEVAGE – SCV

Date d'enquête:

Région:

Domaine familial:

Nom du chef d'exploitation:

Age:

Niveau de formation:

Situation familiale :

Nombre d'enfant:

Nombre personne à charge sur l'exploitation :

Nombre M.O. familiale :

	Age	Temps de travail (h)/jour	Nature du travail	Saison	remarques
Hommes					
Femmes					
Enfants					

Recettes / Dépenses familiale:

Nature Recette	Montant (ariary)	Observations	Nature Dépense	Montant (ariary)	Remarques

Nombre MO permanente:

	Age	Temps de travail (h)	Nature du travail	Salaire (ariary/mois)	Autres avantages
Homme					
Femme					

NB: Saison 1 d'octobre à novembre

Saison 2 de mi-janvier à mi-février (second cycle ou deuxième saison)

Saison 3 de avril en juin (contre saison)

Activité de culture:

Calendrier de culture:

Mois	Cultures/Intrants et dosages	Nombre MO journalière	MO familiale (heure)	Nature du travail	Production
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

Cultures pérennes	Surface agricole	Période du traitement	Traitement/Intrants et quantité	Type de MO	Production (kg/surf)	Remarques

Intrants:

Produit	Prix

Destination des produits

Nature du produit	Poids total (Kg)	Destination des produits (kg)				Prix de vente (ar/kg)
		Vente	Autoconsommation	Semence	Conso-animal	

Résidus de récolte:

Nature des résidus	Quantité (Charrette) (1 charrette= ...kg)	Périodes d'utilisation	Utilisation

Observations générales sur l'activité de culture:

Activité d'élevage:

Journée de l'élevage:

Horaire	Nature de la tâche	Type de MO	Durée de la tâche
5h à 6h			
7h à 8h			
9h à 10h			
11h à 12h			
13h à 14h			
15h à 16h			
17h à 18h			

Genres d'animaux (génisse / veau / velle /V.L./ taureau/taurillon)	Production laitière (Litre)	Période de lactation (jour)	Nb de porté	Origine du bétail	Traitements vétérinaires et coût (ar)	Date d'intervention vétérinaire	Remarques

Prix du litre de lait:

Temps nécessaire pour l'occupation d'élevage/jour (h):

Est ce que les fourrages cultivés assurent l'alimentation du bétail ?
(si non, jusqu'à quand?)

Alimentations

Nature de l'alimentation de base	Compléments d'alimentation	Quantité par jour (kg/jr)	Rationnement (matin/midi/soir)	Prix (ariary)

Jachère:

Fréquentation des jachères (tanety) par jour (heure):

Autres animaux de l'activité de l'élevage:

Type de bétail	Nombre	Nature de la dépense	Montant de la dépense	Prix de vente (ar/unité)	Remarques

Moyens de production:

Matériaux (bâtiments – outillage ...)	Prix d'achat (ar)	Coût des entretiens (ar)	Date d'achat	Durée d'utilisation

Observations générales:

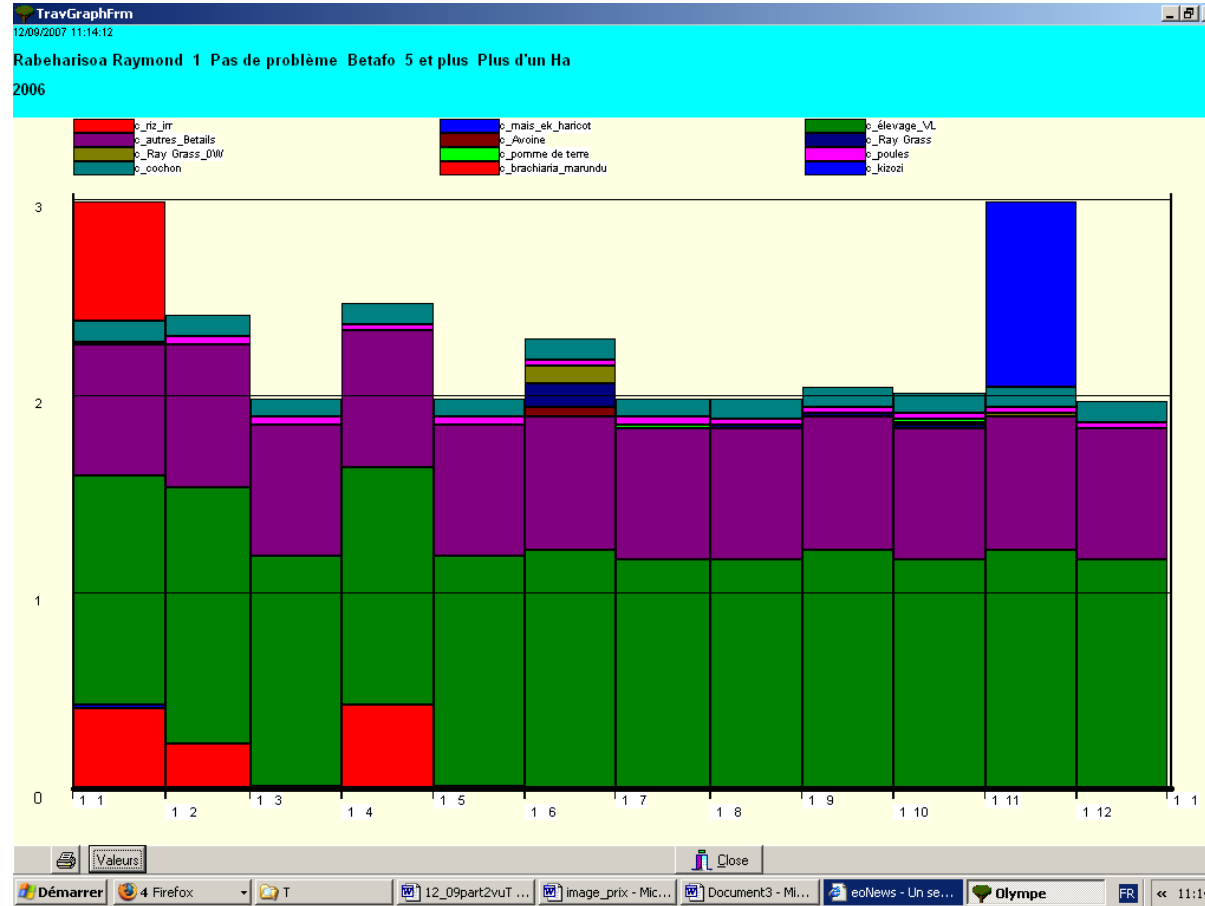
Unité:

1 charrette de paille = kg

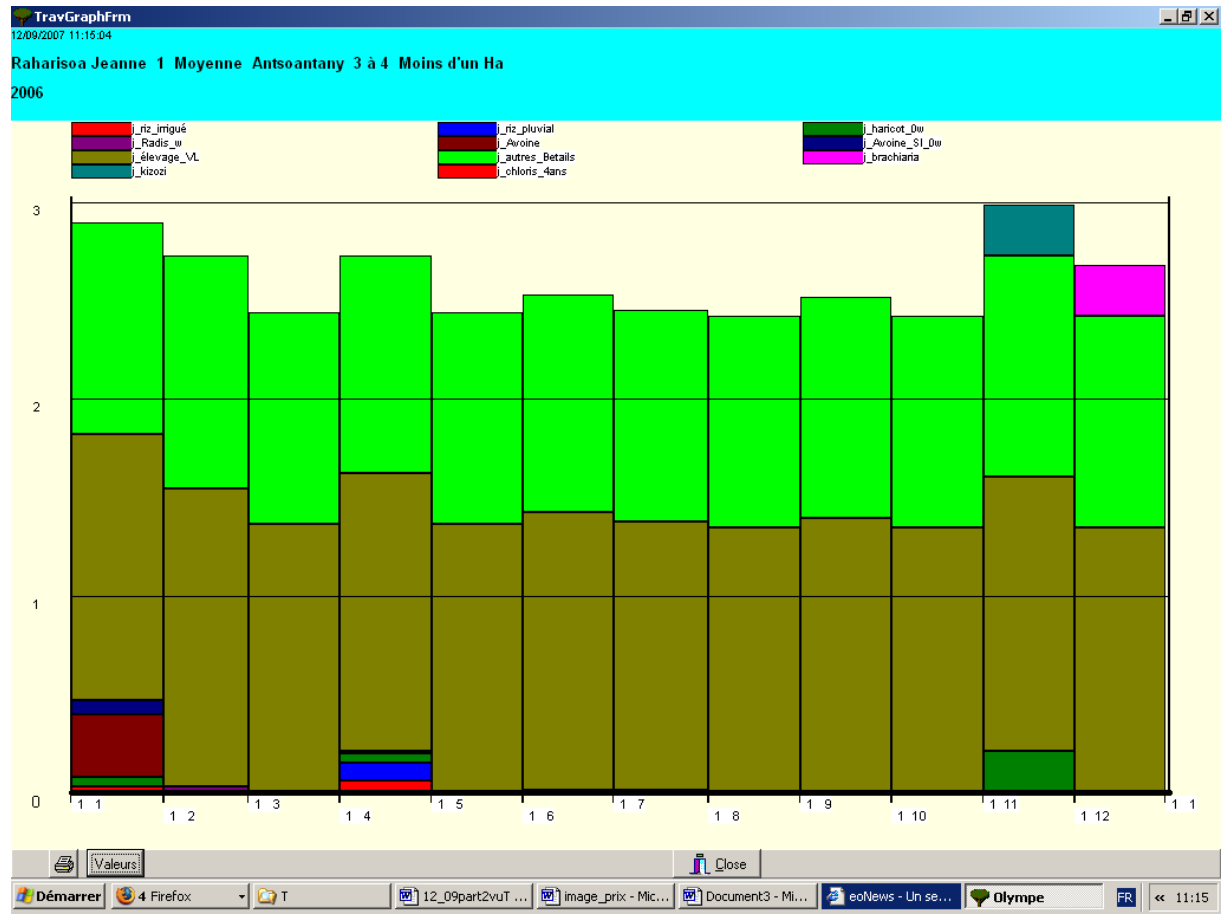
1 charrette de fumier = kg

1 sac de fourrage vert = kg

EXPLOITANT "c" :



EXPLOITANT "j" :



EXPLOITANT "k" :

