REPOBLIKAN'I MADAGASIKARA

Tanindrazana - Fahafahana – Fandrosoana

_____

MINISTERE DE L'AGRICULTURE, DE L'ELEVAGE ET DE LA PÊCHE

_____

PROJET DE MISE EN VALEUR ET DE PROTECTION

DES BASSINS VERSANTS AU LAC ALAOTRA

(BV ALAOTRA)

**Document de travail BV lac n° 52**

# Evaluation socio-économique de l'impact des cultures en semis direct sous couvert végétal (SCV) sur les systèmes d'élevage et les pratiques d'intégration agriculture-élevage au lac Alaotra, Madagascar

Vincent Heislen, Paulo. Salgado, Emmanuel Tillard, Eric Penot

**2010**

# Evaluation socio-économique de l'impact des cultures en semis direct sous couvert végétal (SCV) sur les systèmes d'élevage et les pratiques d'intégration agriculture-élevage au lac Alaotra, Madagascar

## Introduction

La croissance démographique mondiale et le meilleur accès des populations rurales aux marchés augmentent significativement la demande en produits agricoles. Hors, si cet accroissement peut se faire marginalement par une expansion des surfaces cultivées, l'intensification agricole par l'augmentation de la fertilité des sols reste un élément indispensable pour atteindre cet objectif. Pour cela, le recours aux engrais minéraux, tel qui s'est généralisé au cours du dernier siècle, montre aujourd'hui ses limites tant au niveau de la dégradation des ressources naturelles qu'à travers le coût croissant des éléments fertilisants[1]. C'est dans ce contexte qui émerge le concept « d'intensification écologique » (Griffon, 2006) par le rapprochement des composantes de l'agro-écosystème « conventionnel » régulièrement perturbé, gourmand en facteurs chimiques, vers ceux d'un écosystème plus « naturel ». De même, la FAO[2] prône depuis 2001, par un nouveau mode de production agricole, « l'agriculture de conservation » qui repose sur trois grands principes de gestion :

- perturbation minimale du sol ;
- protection du sol via le maintien d'une couverture végétale permanente en surface ;
- diversification des cultures par des rotations et associations.

Les systèmes de cultures « semis direct sous couvert végétal » (SCV) sont une forme d'agriculture de conservation qui s'appuie sur l'absence totale du travail du sol et sur l'utilisation de plantes de services, ayant pour rôle la couverture et l'enrichissement du sol en matière organique. Les techniques de culture de conservation sont souvent présentées comme une « solution ultime » dans une perspective d'agriculture durable. Cependant, ces techniques n'ont pas encore fait leurs preuves d'universalité, en particulier dans des contextes variés des sociétés paysannes d'Afrique (Serpantié, 1999 ; Figure 1). Aussi, pour parvenir à favoriser la diffusion de ces techniques, il convient de s'intéresser aux impacts engendrés par leur adoption afin de déterminer les éventuels facteurs de blocage et émettre de nouvelles propositions techniques.

Figure 1 : Répartition des superficies en semis direct à travers le monde en 2005

[1] Due à l'augmentation du prix du pétrole et à l'épuisement annoncé des réserves de Phosphore et de Potassium d'ici 50 à 60 ans.
[2] Food and Agriculture Organization of the United Nations.

D'après les actes du troisième congrès de l'agriculture durable, tenu à Nairobi en 2005, « 95 millions d'ha dans le monde étaient cultivés en semis direct, principalement en agriculture mécanisée en Amérique du Nord et du Sud, avec une progression annuelle soutenue de 15% ».

**Systèmes de culture SCV**

Largement inspirés du fonctionnement de l'écosystème forestier ombrophile (Séguy, 1999), les concepts du semis direct sur les sols tropicaux se basent sur une valorisation de multiples services éco-systémiques qui interviennent en synergie sur différents processus bio-géo-chimiques participant à la fertilité des sols. De nombreuses publications scientifiques se sont attelés à décrire les avantages agronomiques des systèmes de culture SCV. Les principaux avantages des systèmes SCV sont les suivants :

- la protection du sol contre les phénomènes érosifs (Lal, 2007) et la réduction du ruissellement (Findeling *et al*., 2003) ;
- l'amélioration du régime hydrique des sols par réduction de l'évaporation et augmentation des capacités d'infiltration/rétention de l'eau et par la création de l'entretien d'une porosité biologique des sols (Scopel *et al*., 2004) ;
- le contrôle des adventices par le couvert végétal et des bio agresseurs par la valorisation des effets allélopathiques des plantes de couverture (Boyer *et al*., 1999 ; Séguy *et al*., 2003) ;
- l'augmentation du taux de matière organique dans le sol, ainsi que la disponibilité d'éléments nutritifs tel que les éléments azotés apportés par les plantes légumineuses de couverture (Bernoux *et al*., 2006) ;
- la diminution des pertes des éléments nutritifs par lixiviation grâce au système racinaire des plantes de couverture (Scopel *et al*., 2005) et l'amélioration du complexe argilo-humique (Jouquet *et al*., 2006).

Malgré leurs caractères écologiques, les systèmes SCV sont sans rapport avec l'agriculture biologique. Le contrôle des plantes de couverture et la gestion des adventices dans la majorité de systèmes de culture SCV ont recours à des intrants chimiques (herbicides). On parle alors de « labour chimique ». En Argentine, l'agriculture de conservation, notamment sous la forme « SCV », a été largement encouragée par l'adoption de plantes de soja (*Glycina max*) transgénique tolérantes au glyphosate vers 1996 (Cerdeira et Duke, 2006). A l'inverse des principes de l'agro-écologie, décris par Altieri (1986, 2002), l'agro-écosystème devient d'une extrême pauvreté biologique et reste largement dépendant des produits issus de la pétrochimie.

Par ailleurs, certaines plantes de couverture utilisées dans les systèmes SCV sont également d'excellents fourrages. Associées, en succession ou en rotation avec la culture principale, elles permettent d'augmenter l'offre fourragère de l'exploitation (Landers, 2007 ; Randrianasolo, 2007) ouvrant ainsi de nouvelles perspectives à l'intégration entre l'agriculture et l'élevage, à condition d'établir un équilibre entre l'exploitation fourragère pour l'alimentation animale (valorisation zootechnique) et la restitution d'une partie de la biomasse aux sols pour les fonctions « SCV » (valorisation agronomique).

**Développement de l'intégration agriculture-élevage**

L'élevage assure non seulement l'amélioration de la trésorerie et de la sécurité alimentaire dans de nombreuses sociétés d'Afrique (Lhoste, 1986) mais occupe également un rôle

indispensable dans le maintien de la fertilité des sols (Garin, 1998). Intégré aux systèmes agricoles, l'élevage apporte des solutions pratiques en réduisant l'achat d'intrants (fumure organique) et l'utilisation d'une énergie alternative (traction animale). Annoncé dès les années 50 comme la base du progrès agricole en régions chaudes par Curasson (1948), le bilan des projets de développement sur l'intégration agriculture-élevage reste cependant mitigé (Landais et Lhoste, 1990). Ce constat s'explique par des stratégies de développement inadaptées, tentant d'imposer un modèle de développement général, sans tenir compte des formes que prennent localement les relations de l'agriculture et de l'élevage. L'intégration agriculture-élevage reste cependant l'un des volets majeurs des programmes de développement agricole en Afrique, qui doit permettre une intensification synergique des productions végétales et animales à travers un usage plus efficace des ressources.

## Contexte de l'étude

La République de Madagascar occupe actuellement la 135$^{ème}$ position (sur 169 pays) dans l'Indicateur Annuel du Développement Humain. Dans ce pays où 80% de la population vive en milieu rural (Bockel, 2005), le riz est fondamental dans le régime alimentaire. La consommation annuelle de riz par habitant est estimée à 120 kg en zone urbaine et 146 kg en zone rurale, soit la première consommation mondiale.

La région de l'Alaotra (Figure 2), repose sur un plateau granito gneissique situé à 750 mètres d'altitude. Au cœur d'une dépression à fond plat s'étend une large plaine où est incrusté le lac Alaotra, serti d'une ceinture de marécages. En périphérie, une auréole de collines constituée de massifs latéritiques, forme les bassins versants de la dépression (Durand et Naves, 2007).

La région de l'Alaotra, se trouve enclavée dans une impasse à 150 km au nord d'Antananarivo (capitale de Madagascar). Malgré son isolement, la région se trouve depuis plusieurs décennies aux cœurs d'enjeux majeurs concernant la production rizicole (Durand et Naves, 2007). Après l'indépendance, entre 1960 et 1980, une série d'aménagements hydro-agricoles ont été réalisés par l'Etat malgache avec l'appui de bailleurs de fonds, souhaitant faire de la région le « grenier à riz » de Madagascar (St. André, 2009). L'Alaotra est recouverte de 100 000 ha de rizières dont environ 70 000 ha sont mal irrigués. La production annuelle s'élève à environ 200 000 tonnes de paddy en moyenne, dont 80 000 tonnes sont exportées vers la capitale.

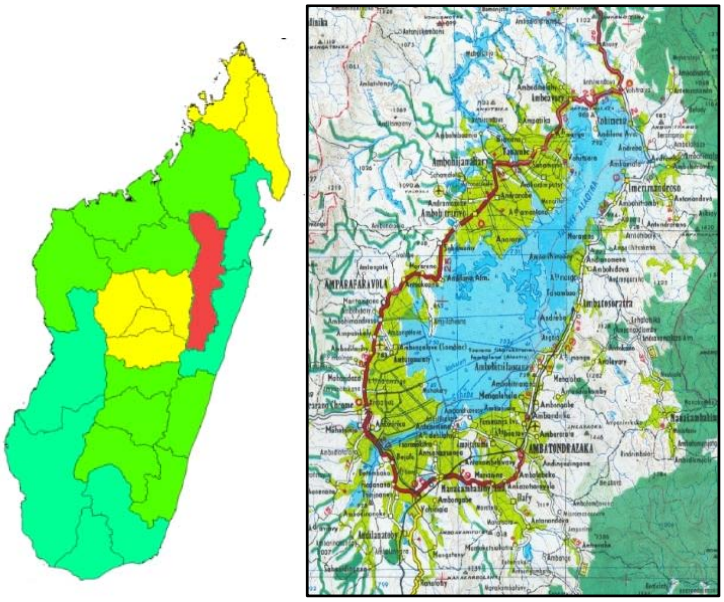


Figure 2 : Localisation de la zone d'étude

Mise à part le marais, la plaine est presque entièrement mise en valeur à travers la riziculture irriguée. La région se caractérise par une vaste plaine aux sols fertiles en comparaison aux collines (*tanety*) dont les sols sont plus pauvres. Schématiquement, nous pouvons distinguer trois formations agro-pédologiques :

- les *tanety*, collines aux sols ferralitiques d'aptitude agronomique généralement faible ;
- les *baiboho*, formés de dépôts colluviaux situées entre les plaines rizicoles et les *tanety*. Il s'agit de zones fertiles, essentiellement présentes sur la rive Sud-est du lac, dont les remontées capillaires depuis la nappe phréatique permettent une culture de contre-saison ;
- les plaines rizicoles, où nous distinguons deux types de rizière : les rizières irriguées (RI) qui représentent 30 000 ha et celles à mauvaise maitrise de l'eau (RMME) soit 70 000 ha.

Le climat est de type tropical humide de moyenne altitude. La région étant située dans la zone de convergence intertropicale, le climat se caractérise par l'alternance de deux saisons contrastées dont les principales caractéristiques sont présentées dans le Tableau 1 et Figure 3.

| | **période** | **précipitation annuelle** | **température annuelle (°C)** | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | moyenne | Maximale | minimale |
| **saison des pluies** | déc. - mars | 90% | 24 | 30 (déc. - février) | 13 (juin - juillet) |
| **saison sèche** | avril - nov. | 10% | 17 | | |

Tableau 1 : Caractéristiques climatiques saisonnières de la région du lac Alaotra
MAEP, 2004

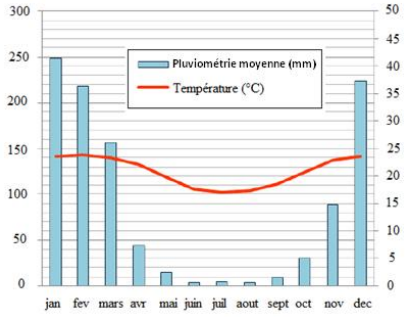



Figure 3 : Température et pluviométrie moyennes de la région du lac Alaotra (station d'Ambatondrazaka ; période 1962 – 2005)
Durand et Naves, 2007

Ce climat aux saisons contrastées favorise l'action de l'érosion. La saison sèche, très marquée, limite le

développement du couvert végétal. Durant la saison des pluies, le ruissellement est intense, les sédiments sont « arrachés » aux *tanety* et se déversent dans les zones de culture en détruisant chaque année l'aménagement hydraulique et les parcelles fraîchement repiqués.

**Contexte agraire**

La région du lac Alaotra est le théâtre, depuis les années 1960, d'une politique d'intensification agricole orientée exclusivement vers la riziculture. Cette stratégie est aujourd'hui largement remise en cause par les déséquilibres techniques et environnementaux qui menacent le paysage agraire de la région. Alors que depuis quarante ans un fort courant migratoire, encouragé par les pouvoirs publics (Garin, 1998), a provoqué l'accroissement rapide de la population, le rendement moyen en paddy stagne depuis 20 ans entre 2 à 3 t/ha. Selon Durand et Naves (2007), nous assistons à une lente dégradation du potentiel agricole des terres cultivées du lac Alaotra. La saturation foncière de l'espace agricole a provoqué une expansion des cultures pluviales sur le flanc des collines aggravant les phénomènes d'érosion et leurs conséquences sur les plaines agricoles. Les surfaces cultivées se sont progressivement juxtaposées aux aires pastorales traditionnelles (Bassery, 2000), rendant les activités agricoles et d'élevage désormais concurrentielles. Pour faire face à la dégradation croissante des ressources naturelles, les systèmes SCV ont été diffusés au lac Alaotra dès 1990 ; l'adoption technique a commencé à se généraliser de manière importante depuis les années 2000. En 2009, la surface totale en système SCV a été estimée à 1 700[3] hectares, concernant près de 2 000 paysans adoptants.

Depuis 2003, le projet BV-Lac (Encadré 1) coordonne la diffusion des SCV en s'appuyant sur une approche « exploitation » qui prend en compte les différents facteurs de production des exploitations paysannes. L'intégration agriculture-élevage est aussi un thème abordé par le projet à travers l'implantation de cultures fourragères (servant aussi d'aménagement antiérosif sur les surfaces dégradées des collines) et la sensibilisation à la valorisation des sous-produits animaux fertilisants (fumure) à travers la réalisation d'actions de formation sur les techniques de compostage et l'implantation de plus de 150 étables fumières.

**Systèmes de culture**

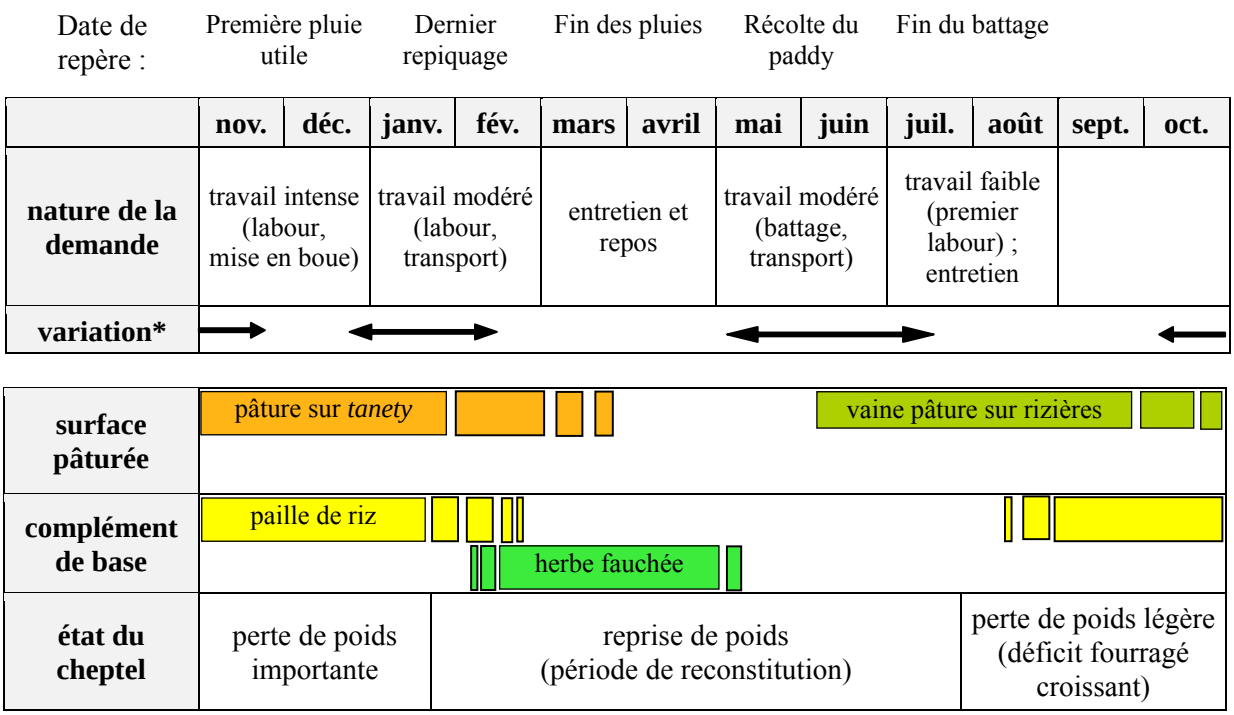
Dans l'Alaotra, deux types d'agricultures coexistent : une agriculture rizicole de rente dans les plaines et une agriculture vivrière de subsistance, pratiquée sur les *tanety* et les *baiboho*. Au cours des années 1970, les cultures pluviales (riz, manioc, maïs, pois de terre, arachide, maraîchage) se sont fortement développées sur les zones de bas-fonds et bas de pentes de *tanety* provoquant une diminution des surfaces de pâturage et une augmentation des besoins en force de travail animal.

**Conduite des systèmes d'élevage**

L'élevage bovin constitue l'un des fondements du système agraire de la région. Outre son rôle social et religieux important, il est destiné à fournir avant tout la force de travail (traction) indispensable à la mise en culture des terres. Le cheptel est estimé à 260 000[4] têtes en 2010 composé quasi exclusivement d'animaux de type (ou race) zébu malgache[5]. Si la filière lait existe depuis longtemps autour du lac Alaotra, elle est encore à un stade embryonnaire et informel. Les élevages laitiers sont rares et leur gestion reste encore très extensive (Houssein,

[3] Selon le Rapport Annuel 2008-2009 du projet BV-Lac.
[4] Selon le recensement 2010 du « service régional de la santé animale et phytosanitaire ».
[5] Il existe aussi certaines races améliorées pour la production laitière telle que les Pieds Rouges Norvégiennes et Normandes.

2007). L'embouche bovine n'est pas pratiquée hormis à travers l'engraissement des bœufs de trait réformés. Notons aussi que les élevages avicoles et porcins sont répandus dans la région et contribuent à l'alimentation humaine et au revenu des paysans. La conduite des systèmes l'élevage bovin au lac Alaotra est issu du système traditionnel extensif « sihanaka »[6] dont les fondements se sont maintenus à travers les mutations agraires du siècle dernier. Ce système se base sur l'alternance saisonnière de la mobilisation et de la reconstitution des réserves corporelles des animaux et l'utilisation, en accès libre, du territoire pastorale. La Figure 4 présente l'organisation classique de l'offre et de la demande alimentaire de l'élevage.




*Représente l'intervalle de temps dans lequel peut apparaitre l'évènement en tenant compte de la diversité agro-écologie du lac et du caractère fortement erratique du climat dans la région.

**Figure 4 : Représentation schématique de l'organisation de l'offre et de la demande alimentaire**
**Garin, 1998, revue par Dupin, 2008**

L'alternance saisonnière entre les pâtures de *tanety* et vaine pâture en plaine est obligatoire pour les systèmes d'élevage. Les prairies à graminées qui couvrent les versants des *tanety*, sont dominées par des espèces (p. ex. *Aristida rufescens*) non appétées par le bétail dès le début de la saison sèche. L'exploitation pastorale des versants n'est possible qu'à condition de trouver ailleurs de quoi subvenir aux besoins des animaux de juin à décembre, jusqu'à ce que les pluies aient permis l'apparition suffisante des premières repousses.

L'Annexe 1 résume des pratiques d'élevage bovin dans la région. Aujourd'hui la conduite des cheptels comprend trois grandes phases :

- de la récolte du paddy à la nouvelle mise en eau des rizières (juin à novembre) : les animaux exploitent les rizières en vaine pâture. Dès le mois d'octobre, l'offre fourragère de ces zones est inférieure à la demande ;
- dès les premières mises en boue à la fin des travaux rizicoles (novembre à février) : les animaux doivent se contenter des rares espaces interstitiels en plaine et surtout des parcours de la ceinture de *tanety* proches. Il s'agit de la période critique

[6] Le mot Sihanaka signifie « ceux des marais » ; groupe ethnique du lac Alaotra.

d'amaigrissement maximum des bœufs de trait dont la demande alimentaire est accrue par les travaux agricoles ;

- de la fin des repiquages à la récolte des rizières (fin février à juin) : les animaux sont peu sollicités et rentrent alors en période de reconstitution de leurs réserves corporelles dont l'efficience va dépendre de la disponibilité en ressources fourragères et leur qualité nutritive. Traditionnellement, les cheptels sont envoyés en transhumance pour utiliser les pâturages éloignés ou l'offre est supérieure à la demande. Avec la recrudescence des vols de bétails et le besoin constant de force animale, cette pratique se marginalise et les cheptels se contentent alors des parcours de proximités sur *tanety*.

Avec l'arrêt de la transhumance, nous assistons au repli d'un système d'élevage extensif dans un espace « limité » et déjà saturé. Des pratiques de complémentation[7] ont alors été adoptées en renforcement du système fourrager traditionnel. C'est ainsi que depuis les années 1990, le ramassage de paille de riz et d'une partie des résidus de cultures pluviales, est devenu systématique. Mais cette première adaptation à la raréfaction des ressources pastorales semble aujourd'hui atteindre ces limites du fait du haut degré de récupération de la paille de riz pour l'alimentation bovine en saison sèche. L'adoption de cultures fourragères, apparaît alors comme une étape indispensable pour combler le déficit fourrager toujours présent. Le développement des cultures fourragères à fait l'objet de nombreux travaux dans le passé dont les résultats sont resté limités (Bassery). Lors des dix dernières années nous observons une augmentation importante des surfaces de cultures fourragères, conséquence sans doute d'une diffusion plus adaptée mais aussi et surtout, d'une évolution des stratégies paysannes.

## Problématique et objectifs du stage

Depuis 2007, l'AFD, le FFEM[8] et le MAE[9] ont financé le Programme d'Actions Multi Pays en Agro-écologie (PAMPA), pour une durée de cinq ans. Le Programme PAMPA s'appuie sur différents projets de recherche du CIRAD et de l'IRD en France, et leurs partenaires dans les pays du sud. Ce programme a pour objectif de parvenir à une évaluation de l'impact des systèmes SCV, en combinant des recherches sur différentes échelles complémentaires à travers le monde. Cette étude s'insère dans le groupe de travail n°3, intitulé « Impacts socio-économiques des SCV et déterminants de la diffusion de l'innovation »[10], focalisé sur une évaluation des effets des SCV à l'échelle des exploitations familiales. Afin d'aboutir à une évaluation globale de l'ensemble des impacts sur les systèmes d'exploitation paysans, l'objectif de l'étude est de parvenir à une évaluation socio-économique de l'impact de l'adoption des systèmes SCV sur les systèmes d'élevage et les pratiques d'intégration agriculture-élevage. Ce travail a pour but de compléter l'évaluation de l'impact des SCV menée au niveau global du système d'exploitation sur le même site d'étude. Pour cela, cette étude ce structure selon deux axes principaux : (i) les systèmes SCV possédant, de par les plantes de couverture, un potentiel fourrager valorisable à travers les systèmes d'élevage ; (ii) les systèmes d'élevages constituant une source de matière (organique) fertilisante qui permettent aux agro-éleveurs de réaliser des économies en engrais minéraux.

Les objectifs spécifiques de l'étude sont :

[7] La complémentation consiste à fournir aux animaux un apport alimentaire qui améliore quantitativement ou qualitativement la ration de base.
[8] Fonds Français pour l'Environnement Mondial.
[9] Ministère des Affaires Étrangères français.
[10] Le budget total du Groupe de Travail 3 s'élève à 484 800 €.

- réaliser un diagnostic des pratiques de valorisation fourragère des systèmes SCV ;
- quantifier les flux de biomasse végétale exportés pour l'alimentation animale ;
- évaluer l'impact économique des exportations au niveau de l'exploitation ;
- quantifier les productions de matière (organique) fertilisante des élevages bovins ;
- estimer la valeur économique des matières fertilisantes.

# Matériel et méthodes

La première phase de cette étude fut bibliographique. Accompagnée d'entretien avec des personnes ressource, elle a permis de connaître le contexte agro-écologique, l'histoire agraire et la dynamique actuelle de la diffusion des systèmes SCV sur le site d'étude. La région du lac Alaotra est un site d'étude privilégié où beaucoup d'informations et de données sont déjà disponibles. En plus des collectes d'informations réalisées par les agents de diffusion, les étudiants et les chercheurs qui s'intéressent à cette problématique réalisent des enquêtes et tirent un certain nombre de conclusions. La lassitude de certains adoptants fortement mobilisés est palpable. Avant de conduire ses propres enquêtes, il convient donc d'analyser les informations déjà disponibles et de les valoriser au maximum.

## Construction de l'échantillon et critères de sélection

L'objectif de cette étude concerne l'analyse de l'impact socio-économique lorsque les systèmes SCV ont été adoptés et intégrés en proportion importante et sur une échelle de temps significative. La construction de l'échantillon est basée sur un choix raisonné d'exploitations, présentant des critères favorables à la réalisation de l'étude. La notion de représentativité de l'échantillon à volontairement été mise au second plan. Les sources d'information mobilisées ont été : (i) les bases de données des opérateurs de diffusion présentant des informations sur les exploitations adoptantes et les itinéraires techniques des parcelles SCV ; (ii) les données issues des réseaux de fermes de référence[11] ; (iii) la base de données récoltées lors des enquêtes réalisées en 2009 par St. Andrée.

### L'ancienneté des parcelles SCV

Freud (2005), observe qu'une phase de transition apparaît au cours des premières années d'adoptions de systèmes SCV au sein des petites exploitations familiales. Durant cette période, un surinvestissement de travail et de capitaux est nécessaire avant que ces systèmes deviennent économiquement et techniquement viables. Par ailleurs, l'émergence de nouvelles pratiques, issues de l'appropriation par les paysans des techniques diffusées et de leurs propres savoir-faire est un processus relativement long. L'adoptant expérimente, adapte pour finalement innover. Les exploitations pratiquant les SCV depuis une période relativement longue sont les plus intéressantes à étudier pour évaluer l'impact des SCV sur le long terme.

### La nature du système d'élevage

Les études de Durand et Naves (2007) et St. Andrée (2009) ont décrit l'influence de la nature du système d'élevage sur les pratiques de gestion et l'importance économique de ces derniers. Postulant que cette nature vient influencer les pratiques d'intégration adoptées, l'objectif de l'échantillonnage a été de représenter en proportion similaire les différents types d'élevage présents dans la région du lac. Les systèmes d'élevage porcin n'ont finalement pas été pris en compte dans les résultats de cette étude. Marquée par les épidémies de peste porcine africaine

[11] Ensemble d'exploitations suivies tous les ans afin de mesurer l'impact des actions du projet BV-Lac et les processus d'innovations qu'en découlent (Penot, 2010).

(PPA) qui déferlent dans la région depuis 1998, les paysans sont en constante restructuration de leur élevage porcin, ce qui rend difficile l'analyse rétrospectif de l'évolution de ces élevages relatif à l'adoption des SCV. Peu d'informations étant disponibles sur les pratiques paysannes en matière d'intégration SCV-élevage, la sélection des exploitations s'est limitée à la prise en compte de ces deux critères (ancienneté des parcelles SCV et nature du système d'élevage). Par la suite, une première visite sur l'exploitation a permis d'évaluer la véracité des informations recueillies et de réaliser une sélection définitive d'un échantillon de trente exploitations d'agro-éleveurs (Annexe 2).

## Collecte et analyse des données

Les données ont été collectées à travers la réalisation d'entretiens individuels, directifs et semi-directifs. Les entretiens individuels ont été réalisés à l'aide d'un questionnaire (Annexe 3), avec les chefs d'exploitation et un interprète malgache maîtrisant bien le vocabulaire technique. Plusieurs passages (entre 2 et 4) ont dû être réalisés pour affiner les renseignements collectés et confirmer les hypothèses issues de l'analyse des premiers résultats.

Les systèmes SCV étudiés

Dans la région du lac Alaotra, les systèmes SCV sont très variés et parfois relativement complexes, en raison de la diversité des unités agro-écologiques et des types d'exploitation existants. Cette étude porte sur quatre grandes catégories de systèmes SCV et dérivés regroupant des itinéraires culturaux similaires (Encadré 2) :

- systèmes sur *stylosanthes*

| | |
|---|---|
| <br>**Légumineuse pérenne**<br>Productivité : 10,9 t MS/ha/an (± 3,45)<br>MS : 30% (± 2)<br>UFL : 0,67/kg MS (± 0,06)<br>MAD : 127 g/kg MS (± 21) | Ensemble des systèmes où le *stylosanthes* est utilisé comme plante associée. Le *stylosanthes* est implanté en première année sous forme de jachère « régénératrice de la fertilité » qui sera reprise en culture vivrière au bout de 2 ou 3 ans. Un retour à la jachère de *stylosanthes* est obligatoire après 1 ou 2 années de culture.<br><br>Plante fourragère étudiée : *Stylosanthes guianensis*<br>Topo séquence : *tanety*, *baiboho*<br>Disponibilité de la ressource : toute l'année<br>Année de diffusion des systèmes : 2005-2006 |

- systèmes sur vesce

| | |
|---|---|
| <br>**Légumineuse annuelle**<br>Productivité : 7,5 t MS /ha/an (± 2,9)<br>MS : 20% (± 7,7)<br>UFL : 0,71/kg MS (± 0,03)<br>MAD : 88 g/kg MS (± 20) | Ensemble des systèmes SCV où la culture de riz en saison alterne avec une implantation de vesce en contre saison. La vesce peut alors être cultivée seule ou associée à des cultures maraîchères.<br><br>Plante fourragère étudiée : *Vicia villosa*<br>Topo séquence : *baiboho*, RMME<br>Période de disponibilité : de juin à novembre<br>Année de diffusion des systèmes : 2006-2007 |

- systèmes sur maïs + légumineuse associée

| | |
|---|---|
| <br>**Légumineuse annuelle**<br>Productivité : 7,0 t MS /ha/an (± 3,9)<br>MS : 23% (± 6,5)<br>UFL : 0,77 UFL/kg MS (± 0,03)<br>MAD : 160 g/kg MS (± 35) | Ensemble des systèmes SCV ou une culture de riz pluvial est en rotation avec une culture de maïs associé à une légumineuse volubile. La légumineuse peut servir de ressource fourragère et peut posséder des graines valorisables à travers l'alimentation animale.<br><br>Plante fourragère étudiée : *Dolichos lablab* (aussi présents la *Vigna unguiculata* et la *Vigna umbellata)*<br>Topo séquence : *tanety*, *baiboho*<br>Disponibilité de la ressource : de mai à novembre<br>Année de diffusion des systèmes : 2003-2004 |

o cultures fourragères de brachiaria pure et/ou associée

| | |
|---|---|
| <br>**Graminée pérenne**<br>Productivité : 5,5 t MS /ha/an (± 2,9)<br>MS : 25% (± 8)<br>UFL : 0,57/kg MS (± 0,05)<br>MAD : 36 g/kg MS (± 20) | Ensemble des systèmes de cultures comprenant du *Brachiaria sp*. Dans la région du lac Alaotra, le brachiaria est principalement cultivé en pure sous forme de jachère améliorée, jouant notamment un rôle antiérosif. Dans les systèmes de systèmes SCV, le brachiaria peut être associé aux plantes de manioc ou du riz pluvial.<br><br>Plante fourragère étudiée : *Brachiaria sp.*<br>*(B. brizantha, B. ruziziensis* et *B. decumbens)*<br>Topo séquence : *tanety*<br>Période de disponibilité : de juin à novembre<br>Année de diffusion des systèmes : ≈ 2000 |

Les propriétés fourragères sont présentées sous la forme de moyenne ± écart-type.

Encadré 2 : Les catégories de systèmes SCV - cultures fourragères étudiées

Andriamandroso, 2010

Contrairement à la méthodologie proposée dans le Programme PAMPA, les cultures en jachère de *stylosanthes*, n'ayant pas encore été reprises en culture, seront considérées comme partie intégrante d'un système SCV. Ces trois catégories regroupent la majorité des systèmes SCV présents sur la zone du lac Alaotra tant par rapport au nombre d'adoptants qu'en termes de surface. Les résultats relatifs aux systèmes SCV sous couverture morte ne sont pas pris en compte dans ce rapport. Les données relatives à l'exploitation fourragère sont présentées dans l'encadré 2. La description détaillée de ces systèmes est présentée dans l'Annexe 4.

Traitement de l'information

Pour identifier les exploitations, un code représentant la zone géographique (SO, S ou NE pour rive Sud-ouest, Sud et Nord-est du lac, respectivement ; Annexe 5) suivit d'un numéro de référence a été donné à chaque exploitation. Afin de comparer des systèmes d'élevage de compositions différentes, la taille des cheptels a été convertie en nombre d'UBT (Tableau 2).

| type de zébu | UBT |
|---|---|
| **taureau et bœuf** | 1,0 |
| **vache adulte** | 0,8 |
| **génisse (2-3 ans)** | 0,6 |
| **veaux/velle** | 0,5 |

Tableau 2 : Valeurs utilisées pour la conversion en UBT

CIRAD, Manuel et précis d'élevage, 1993 ; Dupin, 2008

L'Unité Bétail Tropical, équivaut à un animal de 250 kg de poids vif qui a une capacité d'ingestion moyenne journalière de 2,5 kg de MS/100 kg de poids vif, soit environ de 6,25 kg de MS/jour.

À partir des informations collectées sur les pratiques d'alimentation utilisées par les agro-éleveurs, la réalisation du calendrier fourrager a permis de comprendre dans quelle stratégie s'inscrit l'exploitation (valorisation) fourragère des systèmes SCV. L'analyse quantitative des flux de biomasse fourragère s'est basée sur les éléments présentés dans le Tableau 3.

| | |
|---|---|
| **Période d'exportation (mois)** | intervalle de temps durant lequel l'agro-éleveur exploite le potentiel fourrager des SCV |
| **Quantité exportée par mois (kg MS/mois)** | permet de comparer les quantités exportées entre deux agro-éleveurs ne possédant pas les mêmes périodes d'exportation |
| **Quantité totale exporté (kg MS/an)** | quantité totale de biomasse fourragère exportée sur l'ensemble de l'année |
| **Quantité distribuée par UBT (kg MS/mois/UBT)** | quantité distribuée par UBT durant la période d'exportation ; à comparer avec la quantité maximale recommandée |
| **Quantité maximale recommandée : (65 kg MS/mois/UBT)** | dans le cas des plantes fourragères légumineuses, riches en azote, les quantités maximales ingérées ne doivent pas dépasser un tiers de la ration quotidienne afin d'éviter le risque d'intoxication ammoniacale |
| **Surface exploitée (hectare ; ha)** | représente la surface de systèmes SCV d'où proviennent les biomasses fourragères exportées |
| **Valorisation rapportée à l'hectare (kg MS/ha/an)** | représente l'intensité de prélèvement rapportée à l'hectare ; à comparer avec la productivité moyenne du système SCV pour apprécier l'impact de l'exportation sur la biomasse totale disponible |

Tableau 3 : Eléments quantitatifs utilisés pour l'analyse des flux de biomasse fourragère

Afin d'évaluer l'impact « alimentaire » des apports fourragers issus des systèmes SCV nous avons choisi d'étudier la proportion des besoins d'entretien[12] couverte par les rations distribuées (Figure 5). Les apports énergétiques et protéiques ont été pris en compte, en s'intéressant aux valeurs UFL[13] et MAD[14] moyennes des différentes ressources fourragères.

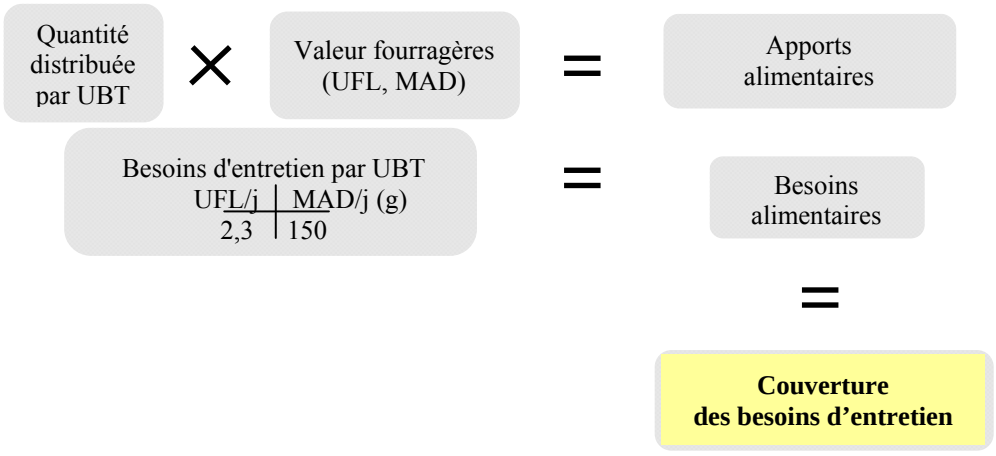



Figure 5 : Calcul de la couverture des besoins d'entretien

[12] Besoins alimentaires minimums pour permettre le métabolisme de base, la consommation et la digestion des aliments et les déplacements des animaux.
[13] Unité Fourragère Lait.
[14] Matières Azotés Digestibles.

Mémento de l'agronome, 2003

Pour l'étude sur la production de fumure, l'observation de l'aspect des fumures a permis d'apprécier la qualité des fumures produites et indirectement la qualité du système de pratique adopté (Encadré 3). Les quantités de fumure produites sont estimées à partir du nombre de charrettes que l'éleveur utilise, à raison de 250 kg Matière Brute/charrette. Les apports d'N, P et K des fumures ont servi à l'évaluation des apports d'éléments fertilisants du système d'élevage.

| **La poudrette de parc :** |
|---|
| Il s'agit de la forme de fumure traditionnellement produite au lac Alaotra qui ne fait l'objet d'aucune pratique d'amélioration. Composée uniquement des déjections bovines accumulées au cours de l'année dans le parc à zébus non protégées de la pluie (perte par lixiviation) et du soleil (perte par volatilisation) ; la poudrette de parc est considérée une fumure de mauvaise qualité. |
| **Le fumier qualité moyenne** : fumier -, fumier + et fumier ++ |
| Cette catégorie regroupe tous les types de fumier à l'intervalle entre la poudrette et le fumier de bonne qualité. Collecté dans des parcs traditionnels avec toit ou les parcs améliorés, les déjections sont enrichies de résidus végétaux et stockées en fosse. Sa qualité est extrêmement variable selon les pratiques de l'agro-éleveur. Pour cette étude, trois sous-catégories ont été considérées selon un gradient de qualité croissant : fumier -, fumier + et fumier ++, en fonction de l'aspect structurel et de la proportion de résidus végétaux que présentait le fumier lors des entretiens. |
| **Le fumier de ferme de bonne qualité** : |
| Ce fumier est composé de déjections animales mélangées à une quantité importante de litière dans un parc disposant d'un toit. Ramassé au moins une fois par semaine et stocké en fosse, il s'agit d'un fumier de bonne qualité (rapport C/N < 25). Les agro-éleveurs possédant des ateliers laitiers sont les seuls à produire un fumier pailleux. Constat logique dans le sens où les vaches laitières produisent une quantité importante de fèces (stabulation) et font l'objet d'une attention particulière quant à l'entretien de leurs habitats. |

Encadré 3 : Présentation des différents types de fumures rencontrés
St. Andrée, 2009

Les résultats économiques sont présentés en euro et en Ariary (1 € ≈ 2 500 Ar) mais aussi en quantité de « paddy équivalente » afin d'illustrer ce que représente cette valeur économique pour le paysans. A titre indicatif, le salaire minimum à Madagascar s'élève à environ 25 € (62 250 Ar) ; dans les zones rurales la majorité des habitants gagnent entre 0,5 et 1,5 €/jour (1 250 et 3 750 Ar/jour).

Données de référence

Les valeurs utilisées pour l'estimation de la productivité des systèmes SCV et les propriétés fourragères (qualité nutritive) des plantes associées sont issues des différentes études menées en 2008 au lac Alaotra dans le cadre des travaux de Naudin *et al.* (CIRAD). Par soucis de simplicité, une moyenne des différentes mesures a été faite sans tenir compte des influences pédologiques et climatiques sur la production de biomasse et les valeurs fourragères. Pour l'estimation des quantités de biomasse exportable par les agro-éleveurs, les quantités présentées sont issues, dans la mesure du possible, du cumul de la biomasse aérienne obtenue à l'issue de plusieurs fauches répétées au cours de l'année.

En l'absence d'un référentiel récent sur Madagascar, les valeurs fertilisantes de la fumure proviennent d'une étude réalisée par l'IRAM[15] en 1971 (Tableau 4). Le même taux de matière sèche (20%) a été utilisé pour les différents types de fumure.

| élément | minimum | moyenne | maximum |
|---|---|---|---|
| **N** | 0,24 | 0,94 | 2,58 |
| **$P_2O_5$** | 0,09 | 0,48 | 3,90 |
| **$K_2O$** | 0,19 | 0,94 | 3,69 |
| **MO** | 8,50 | 34,00 | 70,00 |

Tableau 4 : Composition de la fumure de zébus en éléments minéraux et en Matière Organique (MO ; en % MS)
Rollin, 1990

Ces données sont issues d'une analyse portant sur 30 fumures paysannes provenant d'Antsirabe, Abolira, Fianarantsoa. La variabilité des apports organiques est un thème étudié depuis longtemps en Afrique de l'ouest. Outre la diversité des produits existants et le manque de rigueur quant à leur définition, les auteurs insistent sur la difficulté à définir le type de fumure produite, même lorsque les modalités de fabrication sont connues.

Calcul de l'impact économique

Une des difficultés de cette étude est de parvenir à estimer avec précision le gain issu de la valorisation d'éléments qui ne possèdent pas de valeurs économiques « concrets » dans le système agraire de la région et qui n'engendrent pas nécessairement la production d'éléments commercialisables.

**Valorisation de la biomasse fourragère issue des systèmes SCV**

Pour parvenir à estimer « l'impact économique » généré par la valorisation fourragère des plantes de couverture des systèmes SCV, l'hypothèse a été émise que la valorisation de ces ressources s'inscrit pour l'agro-éleveur dans une démarche d'économie de substitution. C'est à dire, qu'afin d'améliorer le système d'alimentation de son cheptel, l'agro-éleveur choisit préférentiellement les ressources fourragères SCV comme sources alimentaires plutôt que l'achat d'autres aliments (fourrages, concentrés). Ce raisonnement, purement théorique, permettra de quantifier le fourrage exporté par un équivalent alimentaire possédant une valeur commerciale. Tout d'abord les apports alimentaires des biomasses fourragères exportées ont été estimés à partir des valeurs alimentaires des différents fourrages. Puis, nous avons calculé les quantités de concentré alimentaire « équivalents » qui permettent de fournir les mêmes quantités d'apports alimentaires (en énergie et en protéine). Le concentré « équivalent » a été formulé à partir des matières premières disponibles localement (tourteau d'arachide et farine de manioc).

La conversion des quantités de concentré « équivalent » en valeur économique, à partir du coût des matières premières, a permis d'estimer la valeur économique « virtuelle » que possèdent les quantités de biomasse fourragères exportées. Les prix des matières premières utilisées sont issus d'un sondage réalisé sur les marchés locaux (Tableau 5).

[15] Instituts de recherche agronomique de Madagascar.

| valorisation de la biomasse fourragère issue des systèmes de culture SCV | |
|---|---|
| tourteaux d'arachide | 0,20 €/kg (500 Ar/kg) |
| poudre de manioc | 0,16 €/kg (400 Ar/kg) |
| **production de fumure organique** | |
| urée 46% | 0,48 €/kg (1 200 Ar/kg) |
| super triphosphate 50% | 0,96 €/kg (2 400 Ar/kg) |
| sulfate de potassium 50% | 0,96 €/kg (2 400 Ar/kg) |

Tableau 5 : Prix des matières premières utilisées pour l'estimation économique des flux de biomasse et de fumure organique
Données AVSF 2009, actualisées en 2010 au cours de l'étude sur le marché d'Ambatondrazaka

Le résultat obtenu, appelé par convention « gain économique », s'apparente en réalité à une économie « virtuelle » réalisée par l'agro-éleveur à travers de ces pratiques de valorisation fourragère des systèmes SCV.

**Valorisation de la fumure organique**

La démarche générale est basée sur le même principe que pour les biomasses fourragères, l'alternative utilisée étant l'achat d'engrais minéraux. Les apports fertilisants N, P et K de la fumure ont été estimés en tenant compte les qualités fertilisantes moyennes de chaque type de fumure organique. Pour la poudrette de parc, les valeurs fertilisantes les plus faibles fournies par la bibliographie ont été utilisées. Les apports fertilisants de chaque type de fumure ont été par la suite convertis en quantité d'engrais minéraux « équivalents » en utilisant comme « matières premières » l'urée (46% de N), du super triphosphate (à 50% de P) et du sulfate de potassium (à 50% de K). Enfin, la conversion des quantités d'engrais minéraux « équivalents », a permis d'estimer la valeur économique « virtuelle » que représentent les systèmes d'élevage à travers la production de fumure organique.

# Résultats

## Présentation de l'échantillon

Les différents types d'élevage bovin présents au sein de notre échantillon d'exploitations :

L'échantillon de cette étude est composé essentiellement de systèmes d'élevage bovin destinés à fournir de la force de travail (Tableau 6). Nous distinguons les suivants types de cheptel :

| système d'élevage | diversification | nombre d'exploitations |
|---|---|---|
| **bovin de trait N=9** | atelier porcin | 5 |
| | pas de diversification | 4 |
| **bovin de trait + naisseur N=20** | atelier porcin | 4 |
| | atelier lait | 2 |
| | pas de diversification | 14 |
| **élevage laitier N=1** | pas de diversification | 1 |

Tableau 6 : Répartition de l'échantillon en fonction du système d'élevage

- bovins de trait (BdT) : composés uniquement de mâles adultes, généralement castrés, très souvent au nombre de 4[16], conservés uniquement pour le travail. Le rôle est d'assurer la traction lors des travaux rizicoles et le transport des récoltes ou de la fumure.
- bovins de trait-naisseur (BdT-naisseur) : composés de zébus de trait, de taureaux, de femelles et de jeunes. La vocation de ces troupeaux reste avant tout la production de travail animal. Les mâles qui ne sont pas utilisés pour la traction, sont gardés pour le renouvellement des zébus de réforme et comme « capital » en cas de besoins financiers de la famille. Aucun agro-éleveur enquêté ne pratique la transhumance.
- Elevage laitier : trois agro-éleveurs possèdent un élevage laitier (mais un seul exploitant ne possède qu'un atelier lait) qui constitue une source de revenu complémentaire. Seul l'exploitant laitier (NO 33) réalise une exploitation importante des ressources fourragères issues de ses systèmes de culture SCV. L'élevage d'embouche n'a pas pu être représenté dans notre échantillon.

**Surface en SCV au sein de l'échantillon et répartition des différents systèmes :**

La Figure 6 présente la répartition de l'échantillon en fonction de la proportion en surface SCV hors rizière irriguée (RI ; non considérées par l'installation de cultures en SCV). La surface SCV est comprise entre 0,1 ha et 12,0 ha avec une médiane à 0,3 ha au sein des exploitations enquêtées. Un seul exploitant a converti la totalité de ses systèmes de culture hors RI en SCV. Ramenée à la surface totale des exploitations, la proportion des surfaces SCV reste relativement faible, avec une médiane de 17% et un maximum de 56%.

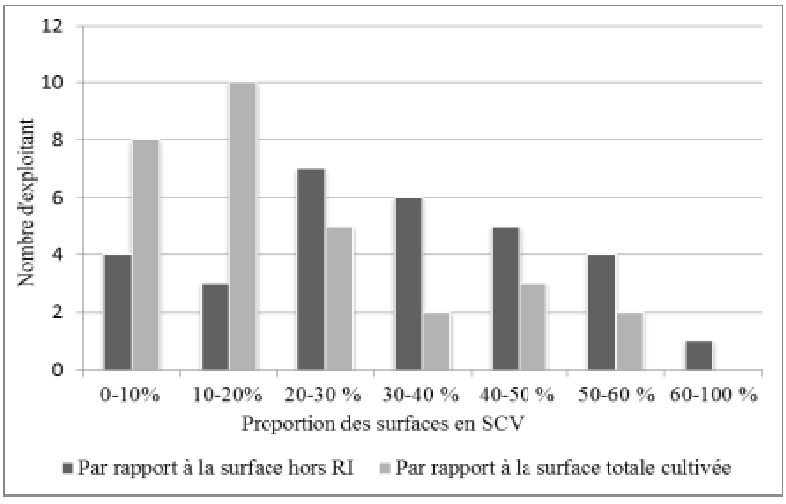



Figure 6 : Répartition de l'échantillon en fonction de la proportion des surfaces en SCV

Le Tableau 7 présente la répartition de l'échantillon en fonction des combinaisons des systèmes de culture présents sur l'assolement. De par la diversité des situations agro-pédologique caractérisant les différents terroirs de la région, la nature des systèmes SCV et leur répartitions est variable selon les exploitations.

[16] Une chaîne de traction complète comprend 4 bœufs.

| systèmes SCV sur l'assolement | nombre d'exploitants |
|---|---|
| SCV sur vesce uniquement | 8 |
| SCV sur maïs + légumineuse uniquement | 1 |
| SCV sur *stylosanthes* uniquement | 1 |
| SCV sur vesce et *stylosanthes* | 7 |
| SCV sur vesce et maïs + légumineuse | 1 |
| SCV sur *stylosanthes* et maïs + légumineuse | 9 |
| SCV sur maïs + légumineuse, vesce et *stylosanthes* | 3 |

Tableau 7 : Répartition de l'échantillon en fonction des différents systèmes SCV présents sur l'assolement

## Système SCV sur *stylosanthes*

L'exploitation fourragère du *stylosanthes* est une pratique émergente au lac dont les agro-éleveurs définissent actuellement le potentiel technique à travers l'élaboration de différents systèmes de pratique. Sur les 20 exploitants sélectionnés possédant au moins une jachère de *stylosanthes* (Figure 7), 15 agro-éleveurs exploitent le potentiel fourrager de cette ressource selon des modalités variables (Figure 8). L'analyse quantitative des flux n'a pu être réalisée qu'auprès de 13 agro-éleveurs dont le système de pratique est suffisamment stable quant aux quantités exportées et à la fréquence des exportations. La ressource fourragère est exploitée par fauche, puis distribuée au parc toujours mélangé à un fourrage de graminée (brachiaria ou paille de riz). Le pâturage du *stylosanthes* est une pratique marginale.

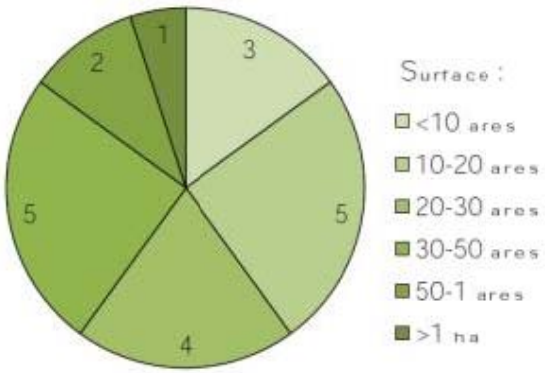



Figure 7 : Répartition des agro-éleveurs en fonction de la surface de SCV sur *stylosanthes*

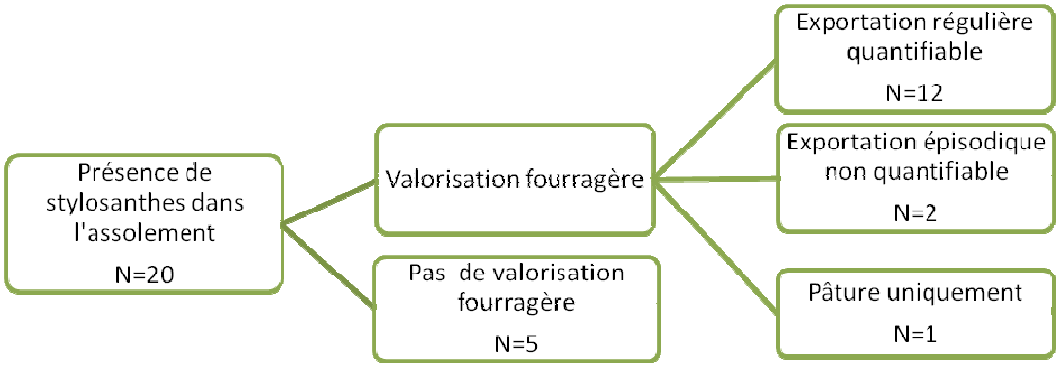



Figure 8 : Modalités de valorisation fourragère au sein de l'échantillon

Deux perceptions diamétralement opposées ont été relevées aux cours des entretiens. D'une part le *stylosanthes* est perçu comme un « rongon'omby », ce qui signifie « drogue pour les zébus » dont l'exploitation fourragère conduit à la somnolence et dans le pire des cas à la mort du zébu. À l'inverse, les agro-éleveurs exploitant cette ressource, la considèrent comme un complément alimentaire de qualité dont ils constatent un impact positif sur l'état corporel et l'appétence de leurs animaux[17].

Quantification des flux

Le Tableau 8 présente les différents éléments quantitatifs caractérisant les flux de biomasse réalisés à travers des pratiques de valorisation du *stylosanthes*. Globalement, les quantités totales exportées sont comprises entre 200 et 900 kg MS durant la période de valorisation mais atteignent 5 400 kg MS pour l'exploitant NE 28. L'intensité du prélèvement représente moins de 30% du potentiel des systèmes hormis pour l'agro-éleveur NE 28. Les quantités mensuelles distribuées par UBT au sein de notre échantillon représentent moins de 50% de la quantité maximale recommandée (65 kg MS/mois/UBT). Les exploitants SO 22, NE 29 et NE 28, maximisent le potentiel fourrager du *stylosanthes* en distribuant 55-80% de la quantité produite durant les périodes d'exportation ce qui couvre une proportion importante des besoins d'entretien du cheptel (Figure 9).

| code | surface (ha) | durée (mois) | quantité exportée par mois (kg MS/mois) | quantité totale exportée (kg MS/an) | quantité distribuée par UBT (kg MS/mois/UBT) | *valorisation rapportée à l'hectare (kg MS/ha)* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **S 05** | 0,10 | 2,0 | 115 | 225 | 29 | *2 250* |
| **NE 25** | 0,55 | 3,0 | 72 | 216 | 18 | *392* |
| **SO 24** | 0,25 | 3,0 | 75 | 225 | 19 | *900* |
| **NE 27** | 0,15 | 3,5 | 75 | 263 | 19 | *1 750* |
| **S 06** | 0,25 | 4,0 | 113 | 450 | 28 | *1 800* |
| **S 20** | 0,45 | 4,0 | 225 | 900 | 12 | *2 000* |
| **SO 23** | 0,45 | 4,0 | 113 | 450 | 18 | *1 000* |
| **NE 29** | 0,45 | 4,0 | 375 | 1 500 | 52 | *3 330* |
| **SO 21** | 0,10 | 5,0 | 45 | 225 | 12 | *2 250* |
| **S 10** | 0,25 | 6,0 | 113 | 675 | 17 | *2 700* |
| **SO 22** | 2,00 | 11,0 | 225 | 2 475 | 36 | *1 237* |
| **NE 28** | 0,70 | 12,0 | 450 | 5 400 | 42 | *7 700* |
| **quantité maximale recommandée par UBT** | | | | | 65 | |
| **productivité moyenne de biomasse fourragère du système (kg MS/ha/an)** | | | | | | **10 900** |

Tableau 8 : Quantification du flux de biomasse de *stylosanthes*

[17] Cette observation paysanne trouve une justification zootechnique : en saison du déficit fourrager, l'utilisation dominante de fourrages pauvres en azote fermentescible (paille de riz) limite l'activité microbienne et ces fonctions de digestion. L'utilisation d'une plante légumineuse permet de réactiver cette activité.

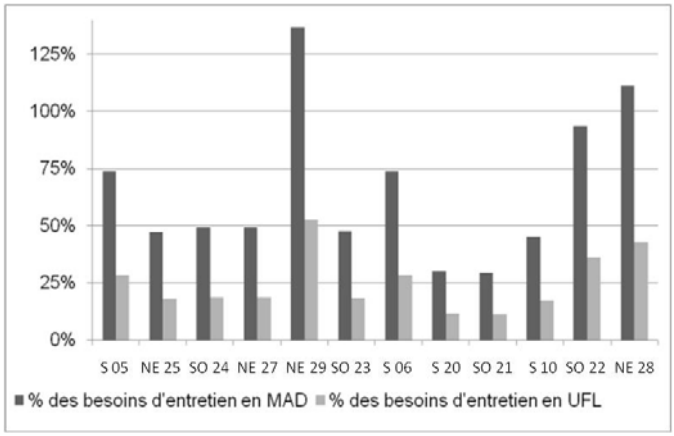



Figure 9 : Couverture des besoins d'entretien du cheptel par les rations de *stylosanthes* distribuées

Diagnostic des pratiques

**Période d'exploitation**

La comparaison entre les différents calendriers fourragers (Figure 10) montre une variabilité importante au niveau de la période et de la durée de l'exploitation, en fonction des différentes stratégies utilisées par les agro-éleveurs :

| Code | Surface (ha) | Période de prélèvement | | | | | | | | | | | | Taille du cheptel (UBT) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | nov. | déc. | janvier | février | mars | avril | mai | juin | juillet | août | sept. | oct. | |
| SO 24 | 0,25 | | | | | | | | | | | | | 4,0 |
| S 19 | 0,05 | | | | | | | | | | | | | 17,6 |
| S 10 | 0,25 | | | | | | | | | | | | | 6,5 |
| SO 21 | 0,10 | | | | | | | | | | | | | 4,0 |
| S 18 | 0,30 | | | | | | | | | | | | | 17,2 |
| SO 23 | 0,45 | | | | | | | | | | | | | 6,2 |
| S 20 | 0,45 | | | | | | | | | | | | | 19,5 |
| S 06 | 0,25 | | | | | | | | | | | | | 4,0 |
| NE 29 | 0,45 | | | | | | | | | | | | | 7,2 |
| NE 27 | 0,15 | | | | | | | | | | | | | 4,0 |
| NE 25 | 0,55 | | | | | | | | | | | | | 4,0 |
| S05 | 0,10 | | | | | | | | | | | | | 4,0 |
| NE 26 | 0,37 | | | | | | | | | | | | | 4,8 |
| NE 28 | 0,70 | | | | | | | | | | | | | 10,6 |
| SO 22 | 2,00 | | | | | | | | | | | | | 6,3 |

Figure 10 : Période de prélèvement de *stylosanthes* au sein des exploitations enquêtées

- la tendance générale observée est d'une exploitation de la biomasse de janvier à avril, durant la période de reprise des cheptels, lorsque le disponible fourrager est maximal ;
- deux agro-éleveurs seulement commencent l'exploitation lors de la période des labours. Pour l'exploitant NE 25 cette valorisation, qui s'insère dans une stratégie de complémentation déjà établie à travers la distribution de manioc, se déroule uniquement en période de travaux ;
- les exploitants SO 22 et NE 28 exportent du *stylosanthes* tout au long de l'année prouvant ainsi que la valorisation des jachères de *stylosanthes* rend techniquement possible l'amélioration du système d'alimentation bovine toute l'année.

**Analyse des pratiques**

L'analyse des facteurs influençant l'intensité de la valorisation révèle qu'elle ne dépend pas directement de la quantité de *stylosanthes* disponible, ni même des besoins fourragers du cheptel. Cette affirmation s'appuie sur les constats suivants : (i) les quantités de biomasse exportées ne sont pas proportionnelles à la surface en jachère ; (ii) les quantités mensuelles exportées ne dépendent pas du nombre d'UBT présent sur l'exploitation ; (iii) la charge animale sur la parcelle n'influence pas le taux de prélèvement. L'intensité de prélèvement va dépendre d'autres facteurs, plus ou moins tangibles, qui vont orienter les pratiques de l'agro-éleveur. Tout d'abord, les quantités de biomasse exportées sont déterminées par la quantité distribuée aux animaux et définie comme optimale par l'agro-éleveur. En absence de référentiel technique précis, cette quantité varie d'un exploitant à l'autre[18]. Par ailleurs, l'exploitation fourragère des systèmes SCV est favorisée dans les situations où elle offre une alternative plus économique en main-œuvre à destination de l'alimentation du cheptel. Ainsi, nous observons que chez les agro-éleveurs possédant des parcelles proches de leur exploitation (NE 28, SO 22) les pratiques de valorisation fourragères des systèmes SCV se sont rapidement développées, permettant de réduire le temps destiné à la collecte de fourrages verts en périodes où le calendrier des travaux agricoles requière l'ensemble de la main-œuvre de l'exploitation. Pour différents exploitants enquêtés, l'exploitation des cultures de *stylosanthes* donne accès à un fourrage de qualité, sans engendrer un coût supplémentaire en main-œuvre, ce qui semble être une condition *sine et qua none* à l'amélioration de l'alimentation dans le cas des systèmes d'élevage BdT (et BdT-naisseur). Nous remarquerons par ailleurs, que cette valorisation cesse, pour une majorité des exploitants, vers avril-mai dès lors que les surfaces rizicoles fraichement moissonnées sont à nouveau en vaine pâture offrant de nouvelles ressources fourragères (résidus de culture) dont l'utilisation requière peu d'énergie humaine.

Le croisement des différents témoignages récoltés incite à penser que, *in fine*, c'est avant tout l'importance accordée par chaque agro-éleveur à l'entretien et à l'amélioration de l'état corporel du cheptel qui constitue le principal déterminant de l'intensité de l'exploitation du *stylosanthes*. Cette importance de l'agro-éleveur pour la composante élevage de son exploitation détermine la quantité de main-d'œuvre allouée à l'alimentation bovine et la capacité de l'agro-éleveur à élaborer des stratégies pour répondre aux éventuelles contraintes d'utilisation du *stylosanthes*. Pour certains agro-éleveurs enquêtés (quatre exploitants), les fonctions fourragères ont une influence sur les stratégies d'assolement utilisées. Pour l'exploitation S 20, la remise en culture d'une parcelle de *stylosanthes* entraîne systématiquement la mise en place d'une nouvelle jachère de *stylosanthes* pour continuer à bénéficier de cette ressource fourragère.

Calcul du gain économique

Le Tableau 9 présente l'estimation du gain économique « virtuel » réalisé par les différents agro-éleveurs à travers l'utilisation fourragère du *stylosanthes* plutôt que l'achat (hypothétique) d'aliments concentrés comme source d'éléments nutritifs (énergie et protéine). Pour les agro-éleveurs exportant une quantité moyenne (p. ex. S 10) le gain économique est de 50 € soit l'équivalent de 310 kg de paddy. L'agro-éleveur NE 28 économise (« virtuellement ») jusqu'à 600 € sur l'année.

[18] La seule recommandation technique sur l'utilisation fourragère du *stylosanthes* est de ne pas dépasser 1/3 de la ration totale.

| code | quantité totale de biomasse exportée (kg MS/an) | économie réalisée sur l'année (€/an) | économie réalisée sur l'année (K Ar/an) | équivalent en paddy (kg) |
|---|---|---|---|---|
| **NE 25** | 216 | 25 | 62 500 | 150 |
| **SO 21** | 225 | 25 | 62 500 | 150 |
| **SO 24** | 225 | 25 | 62 500 | 150 |
| **S 05** | 225 | 25 | 62 500 | 150 |
| **NE 27** | 260 | 30 | 75 000 | 180 |
| **S 06** | 450 | 50 | 125 000 | 310 |
| **SO 23** | 450 | 50 | 125 000 | 310 |
| **S 10** | 450 | 50 | 125 000 | 310 |
| **S 20** | 900 | 100 | 250 000 | 620 |
| **NE 29** | 1 500 | 165 | 412 500 | 1 030 |
| **SO 22** | 2 475 | 275 | 687 500 | 1 710 |
| **NE 28** | 5 400 | 600 | 1 500 000 | 3 700 |

Tableau 9 : Estimation du gain économique de la valorisation nutritive du *stylosanthes*

## Systèmes SCV sur vesce

Parmi les 19 agro-éleveurs possédant un système SCV sur vesce, la moitié seulement valorise cette ressource à des fins fourragères (Figures 11 et 12). La quantification du flux de biomasse n'a été possible qu'auprès de huit agro-éleveurs dont un laitier. Cultivée en contre-saison, l'exploitation fourragère de la vesce permet l'amélioration du système alimentaire des cheptels alors que les aires pastorales de proximité n'assurent plus un disponible fourrager suffisant. Pour l'éleveur laitier, l'exploitation de la vesce est un moyen d'assurer un apport constant en légumineuses à ses vaches laitières durant la saison sèche alors que les parcelles de *Desmodium*[19] sont en repos végétatif. Les exportations se réalisent uniquement par prélèvement direct (fauche) sur les parcelles et distribution, le soir au parc, mélangé avec de la paille de riz. Il n'y a jamais de pâture sur cette ressource fourragère.

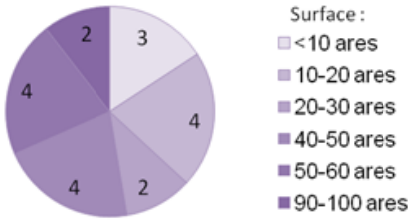



Figure 11 : Répartition des agro-éleveurs en fonction de la surface de SCV sous vesce

[19] *Desmodium uncinatum*, légumineuse tropicale pérenne.

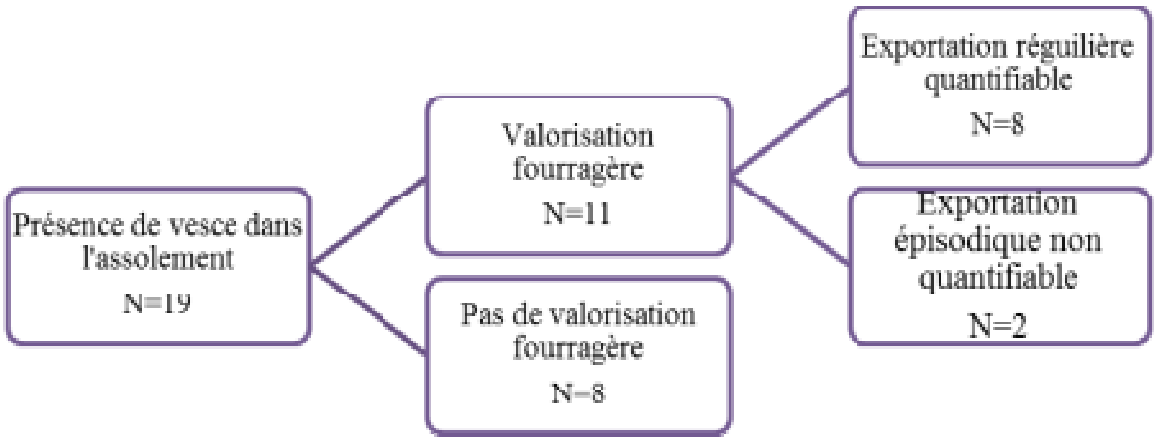



Figure 12 : Modalités de valorisation fourragère au sein de l'échantillon

Quantification du flux

Pour les agro-éleveurs possédant des systèmes d'élevage type BdT, la biomasse est avant tout destinée à former la couverture végétale dans laquelle sera implantée la culture de riz en saison suivante. Les flux de biomasses réalisés (Tableau 10) sont globalement faibles avec des quantités exportées totales comprises entre 30 à 210 kg MS/an (sauf pour les exploitants S 01 et S 02).

| code | surface (ha) | durée (mois) | quantité exportée par mois (kg MS/mois) | quantité totale exportée (kg MS/an) | quantité distribuée par UBT (kg MS/mois/UBT) | *valorisation rapportée à l'hectare (kg MS/ha)* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **S 17** | 0,50 | 1,0 | 120 | 120 | 8 | 240 |
| **S 10** | 0,20 | 1,0 | 100 | 100 | 50 | 500 |
| **S 08** | 0,15 | 2,0 | 90 | 180 | 19 | 1 200 |
| **S 12** | 0,40 | 2,0 | 105 | 210 | 12 | 525 |
| **S 14** | 0,50 | 2,5 | 60 | 150 | 6 | 300 |
| **S 03** | 0,30 | 3,0 | 10 | 30 | 3 | 100 |
| **S 04** | 0,50 | 3,0 | 28 | 84 | 7 | 170 |
| **S 01** | 0,90 | 4,0 | 105 | 420 | 53 | 470 |
| **S 02** | 0,95 | 5,0 | 630 | 3 150 | 130* | 3 150 |
| **quantité maximale recommandée par UBT** | | | | | 65 | |
| **estimation de la productivité en biomasse fourragère du système (kg MS/ha/an)** | | | | | | 7 500 |

* Dans le cas des vaches laitières, la capacité d'ingestion peut atteindre 3,5 à 4,0% du poids vif (contre 2,5% pour les zébus). La quantité maximale recommandée de légumineuse fourragère peut atteindre alors à 135-140 Kg MS/mois pour une vache laitière de 400 kg de poids vif.

Tableau 10 : Quantification du flux de biomasse de vesce

L'exploitant S 01, exporte une quantité atteignant les 420 kg MS prélevée sur une période de quatre mois (Figure 13). Son système d'exportation lui permet de distribuer 53 kg

MS/UBT/mois, soit 80% de la quantité maximale recommandée. Cet exploitant ne possède que deux bovins comme source de force animale.

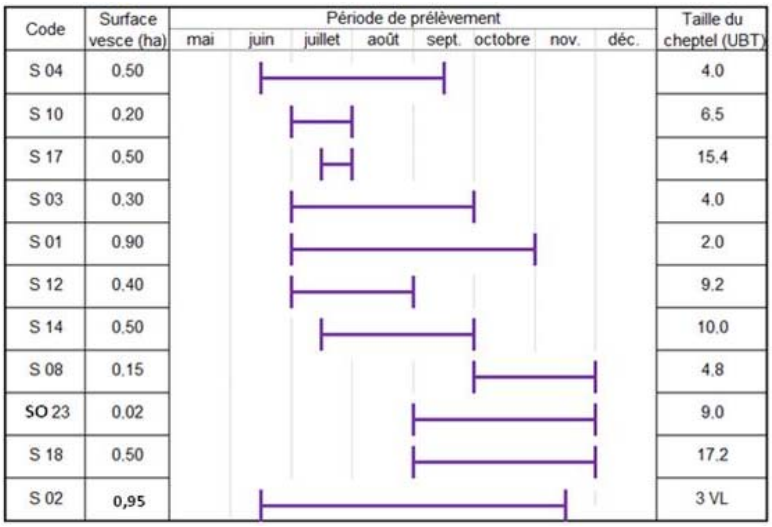



Figure 13 : Période de prélèvement de la vesce au sein des exploitations enquêtées

Dans le cas de l'agro-éleveur laitier S 02, la quantité exportée totale atteint plus de 3 000 kg MS sur une période de cinq mois avec un taux d'exportation représentant quasiment la moitié de la productivité de la vesce. Le système d'élevage de cet agro-éleveur représente 42% de son revenu agricole[20], les pratiques de valorisation fourragère donnent alors priorité à l'alimentation animale aux dépends du « besoin » en biomasse pour les fonctions SCV. Les rations mensuelles distribuées par UBT varient entre 6 à 53 kg MS/mois (à l'exception des vaches laitières ; S 02). Les faibles quantités de vesce distribuées dans la majorité des systèmes d'élevage type BdT permettent déjà de couvrir un part non négligeable des besoins des cheptels en matières azotées (Figure 14). La distribution d'une quantité proche du maximum recommandé (tel que l'exploitant S 01) permet de couvrir la moitié des besoins d'entretien en énergie des BdT et couvre totalement les besoins protéiques. Cette pratique lui permet de renforcer la complémentation alimentaire afin d'assurer un maintien des performances et de l'état de ses animaux tout au long de l'année.

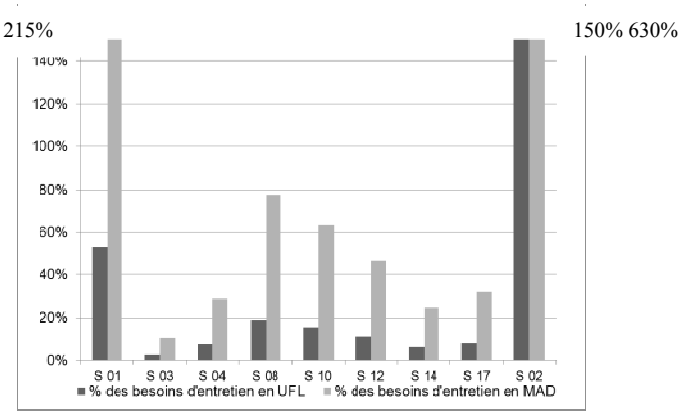



Figure 14 : Couverture des besoins d'entretien du cheptel par les rations distribuées de vesce

[20] Le revenu agricole équivaut à la somme des marges brutes issues des ateliers de cultures et d'élevage.

La valorisation maximale du potentiel fourrager des parcelles SCV sur vesce dans le cas de l'exploitant laitier (S 02) conduit à une couverture totale (voir fort dépassement pour les MAD) des besoins nutritifs d'entretien de son cheptel laitier.

Diagnostic des pratiques

**Période d'exportation**

Les périodes d'exportation de la biomasse sont comprises entre juin et fin-novembre, conformément à la période de disponibilité de cette ressource dont l'intervalle dépend des modalités de semis (date et mode de semis ; Figure 13). La durée du prélèvement varie de 15 jours à 6 mois, les exploitations S 01 et S 02 possédant les périodes de prélèvement les plus importantes (Figure 13). Pour les autres agro-éleveurs, deux tendances semblent apparaître :

- exportation en début de saison sèche avec interruption dès le mois d'août pour permettre une production de graines ;
- exportation en milieu de saison sèche (à partir de septembre), qui s'inscrit dans une recherche de fourrage en période de déficit et se prolonge jusqu'à la remise en culture.

**Analyse des pratiques**

Comme pour le *stylosanthes*, la surface en jachère et l'effectif du cheptel ne conditionnent pas directement l'intensité de valorisation des biomasses de vesce. Les quantités distribuées reposent avant tout sur un choix personnel de l'agro-éleveur, fruit d'une synthèse entre les quantités qu'il juge suffisantes pour obtenir un effet positif sur les animaux et compatible avec les besoins en biomasse du système SCV. Ces systèmes ne sont diffusés que depuis 2006-2007 et la majorité des agro-éleveurs sont encore en phase de « découverte » des propriétés fourragères de la vesce.

Calcul du gain économique

Malgré les faibles quantités de biomasse exportées, les hautes valeurs nutritives de la vesce permettent aux agro-éleveurs de réaliser une économie non négligeable à travers leurs différentes pratiques de valorisation (Tableau 11). Pour l'exploitant S 01, la valorisation fourragère de ses systèmes SCV sur vesce lui permet d'économiser 52 € soit l'équivalent de 327 kg de paddy. Pour l'agro-éleveur laitier cette économie « virtuelle » s'élève à 390 € ce qui représente 16 fois son budget annuel destiné à l'achat de concentré.

| code | quantité totale de biomasse exportée (kg MS/an) | économie réalisée sur l'année (€/an) | économie réalisée sur l'année (Ar/an) | équivalent en paddy (kg) |
|---|---|---|---|---|
| **S 03** | 30 | 4 | 10 000 | 20 |
| **S 04** | 84 | 10 | 25 000 | 65 |
| **S 10** | 100 | 13 | 32 500 | 78 |
| **S 17** | 120 | 15 | 37 500 | 94 |
| **S 14** | 150 | 19 | 47 500 | 116 |
| **S 08** | 180 | 23 | 57 500 | 140 |
| **S 12** | 210 | 26 | 65 000 | 163 |
| **S 01** | 420 | 52 | 130 000 | 327 |
| **S 02** | 3 150 | 390 | 975 000 | 2 456 |

Tableau 11 : Estimation du gain économique de la valorisation nutritive de la vesce

## Systèmes de culture de brachiaria

Les cultures de brachiaria sp. ont été initialement développées au lac Alaotra, en tant que plante de couverture au sein des systèmes de culture SCV. Productives même sur les sols dégradés des *tanety*, les cultures de brachiaria ont préférentiellement été adoptées par les agro-éleveurs sous forme de culture pure. Parmi les 24 exploitants (Figure 15) possédant au moins une culture de brachiaria, seul cinq agro-éleveurs possèdent, en plus d'une culture pure, une culture associée à base de brachiaria (Tableau 12).

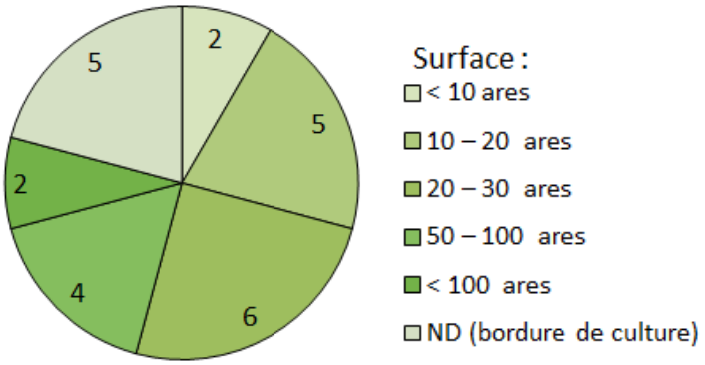



Figure 15 : Répartition des agro-éleveurs en fonction de la surface de culture de brachiaria

| **type de culture de brachiaria** | | **nombre** |
|---|---|---|
| **cultures pures uniquement** | | 19 |
| **cultures associées** | brachiaria + manioc | 3 |
| | brachiaria + *stylosanthes* | 2 |
| **total** | | 24 |

Tableau 12 : Répartition de l'échantillon en fonction du type de culture de brachiaria présent au sein de l'assolement

Dans les systèmes de culture associée brachiaria + manioc, le manioc sera récolté à maturité pour laisser place à une culture pure de brachiaria. Pour les agro-éleveurs, cette stratégie permet de mieux valoriser les travaux d'implantation des cultures brachiaria. La majorité des cultures de brachiaria est donc présente sous forme de culture pure auquel les paysans confèrent la double fonction « antiérosive » et « ressource fourragère ». Selon les agro-éleveurs, la prédominance de l'une ou l'autre fonction est variable. Certains mettent l'accent sur la préservation et la régénération des sols. Les parcelles de brachiaria sont alors implantées sur des surfaces dégradées, généralement éloignées de l'exploitation. Pour d'autres, la production fourragère constitue la fonction dominante. Les parcelles se trouvent à proximité de l'exploitation, parfois même sur des sols jugés fertiles (p. ex. S 20, S 08).

Chez certains exploitants (p. ex. S 12), l'analyse de l'évolution de l'assolement semble indiquer qu'un changement de perception du « potentiel fourrager » de ces cultures, c'est opéré au fil de l'expérience accumulée. Nous remarquons effectivement que de nombreux exploitants qui possèdent d'anciennes parcelles (quatre à cinq ans) éloignées de leur exploitation, ont implanté plus récemment (un à deux ans d'ancienneté) des parcelles proches, destinées exclusivement à la production de fourrage. La majorité des exploitants enquêtés, prévoient un retour au labour lors de la remise en culture de ces parcelles (certains exploitants justifient ce choix à travers les difficultés rencontrées lorsqu'ils ont tenté de maîtriser

chimiquement le brachiaria). Contrairement aux jachères de *stylosanthes*, les cultures de brachiaria s'assimilent donc à une pratique agro-écologique de restauration de la fertilité, mais non comme une amorce aux systèmes SCV. Hors, si cette graminée très compétitive peut, de par son système racinaire puissant, réamorcer dans une certaine mesure les processus de régénération de la fertilité (structuration du sol, réduction de la lixiviation), elle ne régénère pas le sol en éléments nutritifs. À terme, l'exploitation de ces cultures sur une longue période et en l'absence de restitution d'éléments nutritifs (fertilisants), risque de conduire à un effondrement du potentiel agricole de la parcelle.

Quantification du flux

De par la variabilité des modes d'exploitation et leurs évolutions aux cours du cycle saisonnier, les quantités prélevées de biomasse fourragères sont à considérer avec précaution et ne constituent qu'une approximation des quantités réellement utilisées (Tableau 13).

| code | surface (ha) | durée (mois) | quantité exportée par mois (kg MS/mois) | quantité totale exportée (kg MS/an) | quantité distribuée par UBT (kg MS/mois/UBT) | *valorisation rapportée à l'hectare (kg MS/ha)* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **SO 24** | 0,22 | 2 | 50 | 100 | 6 | 455 |
| **S 06** | 0,50 | 4 | 90 | 360 | 23 | 720 |
| **SO 21** | 0,30 | 5 | 100 | 500 | 25 | 1 650 |
| **SO 23** | 0,50 | 5 | 100 | 500 | 13 | 1 000 |
| **NE 25** | 0,85 | 3 | 190 | 570 | 48 | 670 |
| **S 10** | 0,30 | 4 | 190 | 760 | 29 | 2 500 |
| **S 14** | 0,25 | 8 | 300 | 2 400 | 30 | 9 600 |
| **NE 29** | 0,25 | 3 | 320 | 960 | 44 | 3 840 |
| **NE 30** | 0,10 | 3 | 320 | 960 | 27 | 9 600 |
| **S 08** | 0,40 | 4 | 370 | 1 480 | 77 | 3 700 |
| **S 20** | 1,40 | 4 | 750 | 3 000 | 38 | 2 150 |
| **NE 28** | 0,85 | 10 | 430 | 4 300 | 41 | 5 060 |

Tableau 13 : Quantification du flux de biomasse de brachiaria (hors pâturage direct)

Les quantités de biomasse exploitées sont l'ordre de 500 à 1 000 Kg MS/an pour la majorité des exploitants mais peuvent dépasser les 2 000 Kg MS/an pour les exportations les plus importantes (S 14, S 20 et NE 28). Contrairement aux systèmes SCV, les jachères améliorées de brachiaria n'engendrent pas de productions vivrières. La restitution d'une partie de la biomasse produite au sol n'est donc pas le souci de l'agro-éleveur. Ainsi, la valorisation rapportée à l'hectare, oscille entre 450 et 5 000 Kg MS/ha, mais peut dépasser les 9 000 Kg MS/ha pour certaines exploitations (S 14 et NE 30). Ceci semble être plutôt lié à la productivité réelle de chaque parcelle qu'à l'intensité d'exploitation que l'agro-éleveur décide d'exercer.

Diagnostic des pratiques

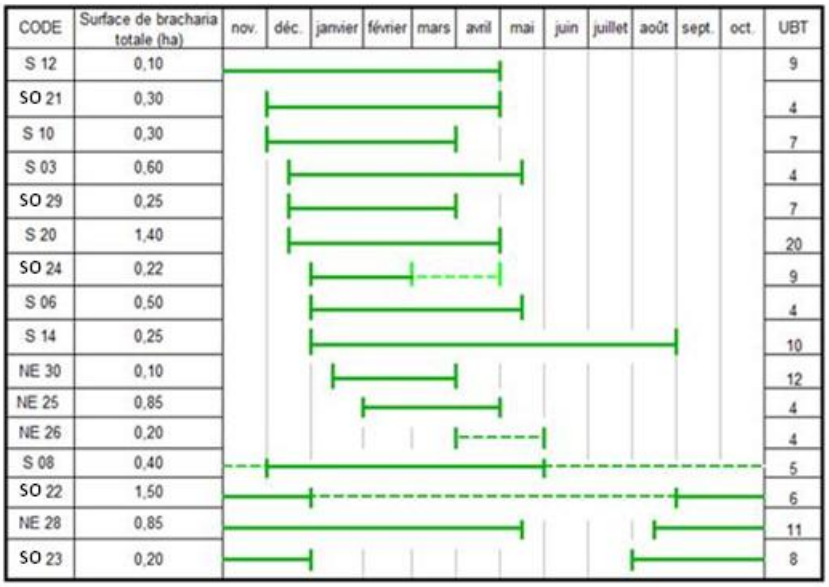
Les modalités et les stratégies d'exploitation des parcelles de brachiaria, sont similaires à celles pratiquées pour les jachères de *stylosanthes*. Cette ressource est exploitée comme un

appoint à la ration de base et ne constitue jamais la principale ressource fourragère des systèmes d'affouragements étudiés. Au sein de l'échantillon, les jachères de brachiaria sont quasi exclusivement exploitées sous la forme de prélèvement et distribution à l'auge (Tableau 14).

| mode d'exploitation | nombre |
|---|---|
| **distribution à l'auge uniquement** | 12 |
| **pâture uniquement** | 1 |
| **auge + pâture** | 11 |
| **Total** | 24 |

Tableau 14 : Répartition de l'échantillon en fonction du mode d'exploitation des cultures de brachiaria

Cependant, la moitié des agro-éleveurs pratiquent accessoirement la pâture directe des parcelles. Ce mode de valorisation est mise en œuvre généralement hors la période de forte productivité des parcelles et permet d'améliorer épisodiquement (p. ex. passage une fois toute les deux semaines) le parcours fourrager des cheptels. La Figure 16 représente les périodes d'exploitation des parcelles de brachiaria pour certains agro-éleveurs ayant fourni les informations les plus cohérentes.




- - - - - - - : Période d'exploitation des parcelles de brachiaria sous la forme de pâturage direct. Ce mode de valorisation n'a pas été pris en compte dans la quantification des flux de biomasses.

---------- : Période d'exploitation des parcelles de brachiaria selon des modalités uniformes de prélèvement et de distribution à l'auge.

Figure 16 : Période de prélèvement de brachiaria au sein des exploitations enquêtées

Parallèlement au *stylosanthes*, le brachiaria est exploité en majorité sur une fenêtre de temps restreinte, globalement située entre décembre et mars, au plus fort de la croissance végétative des plantes. Les exploitants NE 28, SO 22 se distinguent une nouvelle fois par une période d'exploitation étendue, allant de 6 à 8 mois. Cette large période d'exploitation traduit à la fois une volonté d'amélioration du système alimentaire des cheptels et l'adoption de pratiques d'exploitation optimisées (proximité des parcelles, alternance pâturage et distribution à

l'auge). Par rapport aux pratiques de fertilisation, les jachères de brachiaria ne sont jamais fertilisées. Ces cultures sont considérées comme un élément accessoire à l'exploitation agricole.

Calcul du gain économique

L'estimation de l'économie « virtuelle » réalisée par les agro-éleveurs, à travers l'exploitation de parcelles de jachères améliorées de brachiaria versus l'utilisation d'une quantité équivalente (d'un point de vue nutritif) d'aliment concentré, montre que le gain économique est non négligeable. Ce gain économique est estimé entre 10 et 370 € selon les quantités de biomasse exploitées au sein des exploitations (Tableau 15).

| code | quantité totale de biomasse exportée (kg MS/an) | économie réalisée sur l'année (Ar/an) | économie réalisée sur l'année (€/an) | équivalent en paddy (kg) |
|---|---|---|---|---|
| **NO 24** | 100 | 20 000 | 8 | 50 |
| **S 06** | 360 | 75 000 | 30 | 190 |
| **NO 21** | 500 | 105 000 | 40 | 265 |
| **NO 23** | 500 | 105 000 | 40 | 265 |
| **NE 25** | 570 | 120 000 | 50 | 305 |
| **S 10** | 760 | 160 000 | 65 | 405 |
| **NE 29** | 960 | 205 000 | 80 | 515 |
| **NE 30** | 960 | 205 000 | 80 | 515 |
| **S 08** | 1 480 | 315 000 | 125 | 790 |
| **S 14** | 2 400 | 715 000 | 205 | 1 280 |
| **S 20** | 3 000 | 640 000 | 255 | 1 600 |
| **NE 28** | 4 300 | 920 000 | 370 | 2 300 |

Tableau 15 : Estimation du gain économique de l'exportation de brachiaria (hors pâturage direct)

## Systèmes SCV sur maïs + légumineuses

Au sein de notre échantillon, 25 agro-éleveurs possèdent au moins une parcelle SCV de mais + légumineuse. Cependant aucune valorisation de la biomasse des plantes associées n'a été constatée, que ce soit à travers l'alimentation porcine ou bovine. Les agro-éleveurs justifient l'absence de valorisation par la priorité donnée à la formation de la couverture (et à la production de graines) dont le rôle est essentiel pour assurer les performances du système SCV. Ces performances sont d'autant plus nécessaires que ces cultures sont implantées généralement sur des surfaces de *tanety*, possédant une aptitude agricole médiocre. Par ailleurs, si les légumineuses utilisées possèdent de bonnes propriétés fourragères, leur physiologie ne se prête pas à la réalisation de fauches répétées. Le potentiel fourrager de ces systèmes SCV reste donc limité.

## Production de fumure organique

Description et quantification des productions

Le manque de fumure organique est un constat rapporté par tous les agro-éleveurs enquêtés. De nombreuses pratiques, plus ou moins complexes, permettent une amélioration de la production de fumure sur le plan quantitatif et qualitatif. Très schématiquement elle repose sur trois éléments clefs : (i) l'amélioration du bâtiment d'élevage ; (ii) l'amélioration de la litière par l'utilisation de paille ; (iii) la mise en fosse et/ou le compostage. La majorité des exploitants possèdent une fosse et un toit sur leurs bâtiments d'élevages, il s'agit d'améliorations récentes implantées au cours de cinq dernières années ce qui traduit une évolution récente des pratiques de l'agro-éleveur sans doute favorisées par le conseil technique des agents de diffusion. Seul 20% des agro-éleveurs (hors laitiers) ont adopté de réelles pratiques d'amélioration qui permettent la production d'une quantité importante de fumure de qualité. Pour les agro-éleveurs produisant une fumure de mauvaise qualité, l'augmentation du temps de travail semble être le principal facteur bloquant à l'adoption de système de valorisation améliorée. Nous remarquerons cependant que les agro-éleveurs qui sont entrés dans une dynamique de valorisation fumière, se sont accommodés de cette charge en valorisant des périodes creuses de leur calendrier. Il semble que le facteur dominant relatif à l'adoption de pratique de valorisation des fumures organiques relève avant tout de la motivation personnelle de l'agro-éleveur et son degré de perception de ces besoins en fumure organique.

Le Tableau 16 présente les différentes quantités de fumure produite par UBT et/ou VL. Ces résultats obtenus sont cohérents par rapport aux estimations réalisées par Garin (1998). La production annuelle de poudrette de parc est en moyenne de 290 kg par UBT. L'adoption d'un système de pratique élaboré, comprenant une utilisation suffisante de paille et une mise en fosse systématique, permet de produire deux fois plus de matière organique (fumure) avec une production moyenne de 730 Kg/UBT pour le fumier +. Dans le cas les exploitations laitières, la production annuelle moyenne estimée sur la base de trois témoignages est de 3 900 Kg par vache laitière.

| **type de fumure** | **nombre d'exploitants** | **nombre d'UBT moyenne (min-max)** | **nombre de VL moyenne (min-max)** | **production annuelle de fumure (kg de matière brute)** | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | **par UBT** | **par VL** |
| **poudrette de parc** | 6 | 17 (6-12) | - | **290** (280-350) | - |
| **fumier-** | 8 | 8 (4-15) | - | **600** (500-750) | - |
| **fumier+** | 6 | 8 (4-19) | - | **730** (500-930) | - |
| **fumier++** | 7 | 7 (4-12) | - | **1 300** (650-2 000) | - |
| **fumier pailleux** | 3 | - | 3 (1-6) | - | **3 900** (3 000 – 4 600) |

Tableau 16 : Quantité de fumure produite en fonction du type de fumure

Calcul du gain économique

Le Tableau 17 présente le gain économique dégagé par l'utilisation de la fumure organique (animale) en substitution de l'achat d'engrais minéraux dans le commerce. Selon la taille du cheptel et les pratiques mises en œuvre, l'économie « virtuelle » réalisée est compris entre 4 et

218 €/an. La mise en place de pratiques d'amélioration (fumier ++) permet de dégager par UBT zébus, une production équivalente à 17 € d'engrais minéraux/an.

| type de fumure | code | nombre d'UBT | quantité totale produite sur l'année (kg matière brute/an) | valeur économique de la production | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | par élevage (€/an) | par animal | |
| | | | | | (€/an) | (Ar/an) |
| poudrette de parc | S 18 | 17,6 | 4 400 | 9 | 0,5 | 1 250 |
| | SO 22 | 6,3 | 2 250 | 5 | 0,8 | 1 875 |
| fumier- | S 17 | 15,4 | 8 750 | 83 | 5,3 | 13 250 |
| | S 11 | 7,6 | 5 000 | 47 | 6,2 | 15 500 |
| fumier+ | S 10 | 6,5 | 5 000 | 47 | 7,3 | 18 250 |
| | SO 21 | 4,0 | 3 000 | 29 | 7,0 | 17 500 |
| fumier++ | NE 30 | 11,7 | 17 500 | 165 | 15,0 | 37 500 |
| | NE 26 | 4,8 | 10 000 | 94 | 19,0 | 47 500 |
| fumier pailleux | S 16 | 5,0 VL | 23 000 | 218 | 44,0 | 110 000 |
| | S 02 | 3,0 VL | 10 000 | 95 | 32,0 | 80 000 |

Tableau 17 : Estimation de la valeur économique des quantités de fumure produites

# Discussion

## Limites méthodologiques

### Au niveau du site d'étude

Si les systèmes SCV sont de plus en plus développés dans la région du lac Alaotra, ce n'est pas le cas des systèmes d'élevage rémunérateurs type lait ou embouche. L'analyse de l'impact économique des SCV sur le système d'exploitation, initialement prévu dans cette étude, a dû se limiter à l'estimation d'un gain économique « virtuel ». Par ailleurs, cette étude ne bénéficie pas d'un recul de temps suffisant pour apprécier concrètement les réels impacts de l'introduction des systèmes SCV sur la structure et les fonctions du système d'élevage[21].

### Au niveau du traitement des données

De nombreuses estimations ont été réalisées pour estimer les gains économiques que représentent les flux de biomasses fourragère et fertilisante entre les systèmes de culture et d'élevage. Pour les flux de biomasse fertilisante, les mêmes valeurs de composition chimique (fertilisante) ont été appliquées pour les différents types de fumier (hormis poudrette) sans tenir compte des importantes variations de ces valeurs en fonction des modalités de

[21] Plusieurs éleveurs enquêtés ont fait part de projets de diversification de leur système d'élevage découlant de leur pratique de valorisation fourragère.

production. Les valeurs économiques déduites de ces calculs sont donc à prendre avec précaution, à titre indicatif, et n'offrent qu'une estimation « théorique » de la réalité.

## Valorisation des fonctions fourragères des systèmes SCV

### Une pratique émergente

Confirmant nos hypothèses de départ, les résultats de cette étude démontrent que l'adoption des systèmes SCV a entraîné un développement de pratiques d'exploitation de leur potentiel fourrager. Cependant, l'émergence de ces pratiques reste limitée sur la zone d'étude et actuellement seuls certains agro-éleveurs, particulièrement innovants, ont su s'approprier des nouvelles ressources en les intégrant à leur stratégie d'affouragement. En absence de recommandations techniques précises sur les modalités d'exportation, ces pratiques constituent des innovations paysannes spontanées, prouvant l'intérêt de ces ressources pour les agro-éleveurs et donc la nécessité d'intégrer les fonctions « fourragères » dans les perspectives de diffusion des systèmes SCV au lac Alaotra. L'analyse des résultats de cette étude révèle une variabilité importante des pratiques de valorisation fourragères des systèmes SCV. Chaque agro-éleveur définit son système de pratiques en fonction de ses objectifs, de son expérience et de sa propre capacité d'appropriation de la ressource. Au sein de l'échantillon, deux catégories d'agro-éleveurs semblent se distinguer selon l'intensité de valorisation des fourrages provenant des systèmes SCV et ses répercussions sur l'ensemble du système d'affouragement :

- les adoptants en phase d'appropriation de ces ressources qui ne constituent alors qu'une opportunité alimentaire supplémentaire. Globalement, l'exploitation des fourrages « SCV » se calque alors sur des pratiques de complémentation déjà établies ; les périodes d'exportation correspondent aux périodes traditionnelles de reconstitution de l'état corporel des animaux. L'impact de l'adoption des fourragers « SCV » se traduit par une amélioration quantitative et qualitative de l'affouragement sans provoquer un allongement des périodes de complémentation. Les quantités distribuées restent faibles et l'impact sur le système d'élevage est modeste ;
- les adoptants que nous pouvons qualifier de « pionniers » en matière de valorisation, pour qui l'appropriation du potentiel fourrager SCV à aboutit à un réel changement du système d'affouragement. L'exploitation fourragère des SCV permet une amélioration importante de la qualité des compléments distribués (comparé à la paille de riz) et la mise en place d'un système d'affouragement sur une période élargie, voire continue. Ces pratiques sont alors progressivement intégrées dans le choix des rotations culturales.

Nous pouvons émettre l'hypothèse que les adoptants en phase d'appropriation aboutissent à l'établissement de pratiques possédant un impact similaire à celles constatées chez les adoptants « pionniers ». Cependant l'innovation, en contexte paysan, est un processus complexe et l'étude ne dispose pas d'un recul de temps et d'un échantillon suffisants pour parvenir à une pleine compréhension des situations rencontrées. Pour l'ensemble de l'échantillon, laitier inclus, les pratiques observées ont pour but d'améliorer l'efficience du système de complémentation afin d'assurer une meilleure couverture des besoins du cheptel. En réalisant une valorisation des ressources fourragères présentes sur l'assolement de l'exploitation ces agro-éleveurs franchissent un pas supplémentaire dans le processus « d'intensification fourragère », une des solutions possible pour compenser la dégradation de l'espace pastoral.

**Estimation du gain économique**

D'après les discussions avec les agro-éleveurs enquêtés, la valorisation fourragère des systèmes SCV ne semble pas induire une augmentation de la production animale (commercialisable) ou encore une réduction des charges alimentaires. Par conséquent, cette valorisation fourragère ne permet pas aux agro-éleveurs d'améliorer directement leur revenu. Les agro-éleveurs ont en revanche réussi à augmenter les apports alimentaires destinés à leur système d'élevage sans avoir besoin d'investir en intrants alimentaires, réalisant ainsi une économie que nous avons estimée à travers cette étude. Les qualités fourragères des légumineuses (*stylosanthes* et vesce) sont telle que même de faibles quantités exportées permettent la réalisation d'économies non négligeables. Pour les plus faibles exportations de biomasse (S 03), elle représente déjà l'équivalent de l'ensemble des investissements de l'agro-éleveur destinés à la santé animale. Pour les exploitants « pionniers », valorisant au mieux le potentiel fourrager des SCV, le gain économique atteint une proportion considérable. Par exemple, pour l'agro-éleveur NE 28, la valorisation du *stylosanthes* représente une économie de plus de 3,7 tonnes de paddy, l'équivalent de la production d'un hectare de rizière irrigué très fertile.

Le recours à l'achat de concentré, utilisé comme alternative (substitution, équivalent) pour calculer l'économie réalisée ne permet d'exprimer qu'un résultat purement « virtuel ». Dans un contexte d'agriculture de subsistance où les agro-éleveurs (laitier mis à part) ne peuvent, ni ne souhaitent, pas investir dans leur élevage, le recours à l'achat de concentré semble effectivement improbable. Il s'agit d'un point important à souligner car il illustre ce qui constitue le gain le plus important pour les agro-éleveurs : avoir accès en quantité à une source alimentaire sans devoir investir. C'est à partir de cette disponibilité à moindre coût que l'agro-éleveur va pouvoir se projeter dans des perspectives de diversification de l'élevage. Cette étude, sans doute par manque de recul, n'est pas parvenu à observer des changements structurels des systèmes d'élevage induit par l'adoption de système SCV et ses dérivés. Cependant, ce sont les projections de certains agro-éleveurs, qui permettent d'entrevoir, les prémisses d'un processus de diversification de l'élevage.

C'est par exemple le cas de l'agro-éleveur S 14, qui exploite depuis trois années des jachères améliorées de brachiaria ainsi qu'une partie de la biomasse produites par ses systèmes SCV sous vesce. A travers la combinaison de ces deux systèmes de culture au sein de son assolement, cet agro-éleveur a constaté qu'il disposait, de manière exclusive, d'un accès à des ressources fourragères de qualité sur l'ensemble du cycle saisonnier. Après une période « d'assimilation » de ces ressources, l'agro-éleveur a investi cette année dans l'achat d'une vache métisse à vocation laitière, amorçant ainsi une transition d'un système d'élevage type BdT-naisseur, vers un système BdT-laitier.

**Impact sur les systèmes SCV**

Pour que la valorisation fourragère des systèmes SCV aboutisse à une réelle amélioration du système d'exploitation, il convient que les exportations de biomasse se réalisent dans un processus d'intégration, et non de compétition, des systèmes d'agriculture (SCV) et d'élevage. Les résultats de l'étude révèlent que les performances culturales des systèmes SCV restent toujours la priorité pour tous les agro-éleveurs enquêtés et que la proportion des exportations de biomasse reste faible par rapport à la productivité potentielle des parcelles. Par ailleurs, les enquêtes ont permis de constater chez les agro-éleveurs réalisant des exportations importantes, le développement de stratégies de gestion des prélèvements afin d'assurer l'exportation fourragère et les bénéfices agronomiques des systèmes SCV. Il reste cependant

difficile de se prononcer sur le réel impact de ces pratiques sur l'efficience des systèmes SCV. Même si nous constatons des taux d'exportation relativement faibles (moins de 30%) par rapport à la productivité estimée des systèmes SCV, aucun référentiel technique ne permet de définir un seuil à partir duquel, les exportations de biomasses vont avoir un impact sur les performances et sur les différentes fonctions des systèmes SCV. Les résultats récents de Naudin *et al.* sur la modélisation du taux de couverture du sol en fonction de la quantité de biomasse résiduelle apportent les premiers éléments de réponse. La poursuite des travaux de recherche sur cette thématique est une condition indispensable pour parvenir à des propositions techniques de valorisation raisonnée du potentiel fourrager des systèmes SCV.

Les pratiques de valorisation fourragère telles qu'elles ont pu être observées dans cette étude ne constituent pas une « menace » pour le développement des systèmes SCV. À l'inverse, la capacité du système d'élevage à valoriser une partie de la biomasse des systèmes SCV apparaît comme un élément favorable à une meilleure insertion de ces systèmes au sein des exploitations. Elle permet de : (i) bénéficier d'un apport alimentaire supplémentaire issue des SCV et (ii) rentabiliser la période de jachère obligatoire qui est parfois perçue comme contraignante pour les adoptants, car « inerte » d'un point de vue agronomique. L'expérience du Vakinankaratra, où le « détournement » de la biomasse SCV au profit des systèmes d'élevages laitiers a mis partiellement en échec le développement des systèmes SCV (Randrianasolo, 2007), oblige à tempérer quelque peu ce constat. Dans la région du lac Alaotra l'élevage est certes un élément indispensable mais ne constitue pas encore la source de revenu principale pour l'exploitation. Les systèmes de cultures restent donc naturellement la priorité des agro-éleveurs. Face à l'enthousiasme qui semble aujourd'hui apparaître au lac Alaotra pour les élevages type laitier et/ou embouche, il s'avère nécessaire de prendre en compte et d'accompagner les agro-éleveurs dans leur démarche d'appropriation des fonctions fourragères des systèmes SCV afin de prévenir des dérives potentielles.

## Production de fumure organique

À travers l'estimation de l'économie réalisée par les agro-éleveurs par l'exploitation de la fumure de leur système d'élevage, l'objectif de cette étude est de démontrer l'intérêt de coupler les systèmes d'élevage au développement de l'agriculture paysanne. Pour les exploitants possédant des pratiques d'amélioration de la production de fumure, nous constatons que le système d'élevage est capable de fournir par UBT une quantité de fumure équivalente moyenne de 5 Kg d'urée, 5 kg de $P_2O_5$ et 3 kg de $K_2O$ (équivalente à 20-40 € d'économie en engrais minéraux).

Cette valeur économique obtenue par la méthodologie employée ne fournit qu'une vision approximative de la valeur réelle de cette production. Outres, les incertitudes en ce qui concerne les valeurs réelles en éléments fertilisants des différentes fumures, seuls les apports en élément nutritifs NPK ont été pris en compte. Hors les apports de fumure organique possèdent aussi un rôle important « d'activateur » de la vie biologique des sols et permettent amélioration les propriétés physico-chimiques des sols. Dans la région du lac Alaotra, l'augmentation des prix des engrais minéraux sur les cinq dernières années (doublement du prix en 2008), a provoqué, faute de capitaux, une réduction drastique des investissements en intrants pour la majorité de paysans. Cette capacité du système d'élevage à générer de la matière fertilisante à moindre coût apparaît donc comme une solution viable et accessible pour les agro-éleveurs, permettant d'assurer une meilleure fertilisation de leurs sols.

Cette étude a permis de constater que, malgré le déficit en fumure organique rapporté par les agro-éleveurs, les techniques permettant l'augmentation des quantités de fumure produite sont

cependant relativement récentes et encore peu répandues. Rappelons que les modes de conduite d'élevage sont issue d'un système traditionnel où l'entretien du potentiel agricole des sols était assuré, il y a encore cinquante ans, par des longues périodes de jachère pâturée, mais peu par le fumier (Garin, 1998). Les éleveurs n'ont donc pas hérité d'un « savoir-faire » pratique en ce domaine. Contraints par l'expansion des cultures pluviales, les éleveurs n'ont amorcé que récemment la transition de leurs pratiques extensives vers une dynamique « d'intensification fumière ». Cette transition passe par un temps nécessairement long durant laquelle la notion de gestion « active » de la fertilité doit s'enraciner dans les stratégies paysannes. Le développement d'un élevage rémunérateur peut favoriser l'adoption de pratiques de valorisation de la fumure en stimulant l'allocation d'un temps supplémentaire à l'entretien de l'habitat animal (Guérin et Faye, 1999)

Dans cette phase de transition, de nouveaux savoir-faire sont en train de prendre forme au sein des savoirs paysans. Le rôle des organismes de développement agricole est alors d'accélérer ce processus en sensibilisant les paysans sur cette thématique et d'augmenter son efficience en proposant des itinéraires techniques adaptés aux contraintes locales et actuelles. Cependant, si la sensibilisation sur la notion de gestion de fertilité qui s'opère à travers le travail actuel de diffusion des SCV ne peut que catalyser cette transition, ce travail souffre peut-être d'une distorsion « pro-SCV », défavorisant la thématique de la valorisation des fumures organiques au profit de la diffusion de techniques d'agriculture de conservation.

# Conclusion

L'élevage est encore peu intégré au développement des SCV, observait Landais en 1994. Ce constat est valable à l'échelle de la région du lac Alaotra où les potentiels fourragers des systèmes SCV étaient jusqu'à peu exclus du discours technique. Cette étude s'est attelé à mettre en évidence, à travers une approche économique et à partir de cas concrets, l'intérêt du renforcement des liens entre les systèmes de culture SCV et l'élevage. À travers les pratiques que les agro-éleveurs nous ont permis d'analyser, nous constatons que le développement des systèmes SCV est compatible avec des pratiques d'exploitations fourragères économiquement intéressantes. De plus, l'importance accordée aux performances agronomiques des systèmes SCV semble garantir le maintien d'une exploitation raisonnée des biomasses SCV. Compte tenu de ces résultats, l'émergence de pratiques d'exploitation fourragères ne constitue pas un frein mais plutôt un moteur du développement des systèmes SCV.

Dans un contexte agraire en pleine mutation où la conduite des systèmes d'élevage doit répondre à un phénomène de déficit fourrager grandissant, la diffusion des systèmes SCV et de leurs dérivés fourragers catalyse, par l'introduction de nouvelles ressources fourragères au sein de l'assolement, l'appropriation de techniques d'intensification fourragères. Cette appropriation, encore émergente, ouvre la porte à un processus de diversification des activités d'élevage. Les systèmes SCV, de par l'exploitation raisonnée de leur potentiel fourrager, contribuent au renforcement des liens entre l'agriculture et l'élevage, passage obligé de l'intensification et de la diversification dans un contexte de saturation foncière. Cependant l'émergence de nouvelles pratiques d'intégration ne peut se réaliser sans une évolution de la stratégie de l'agro-éleveur, acteur central du système d'élevage. Pour cela le travail de sensibilisation et d'accompagnement, des opérateurs de diffusion reste un élément indispensable que les organismes de recherche et de développement doivent soutenir en constituant des référentiels techniques précis, aujourd'hui absents.

Au niveau de la valorisation fourragères des ressources SCV, Il s'agit à la fois de fournir les éléments techniques caractérisant le potentiel fourrager des systèmes SCV, et de comprendre

en quelles mesures ces ressources répondent aux besoins des agro-éleveurs et peuvent s'adapter au sein des systèmes d'exploitation du lac Alaotra. Par rapport à la valorisation de la fumure organique, la caractérisation de la qualité des fumures organique en fonction des modalités de production, semble être un référentiel fondamental qu'il reste à établir. Cependant, ces études techniques doivent s'accompagner d'analyses d'ordre social afin de comprendre l'état actuel de l'adoption de pratiques de valorisation de la fumure organique et d'isoler les facteurs limitant leur mise en œuvre. A terme, ces études permettront de formuler des propositions cohérentes sur le plan technique et capables de s'intégrer dans les systèmes de pratiques locaux.

# Bibliographie


ALTIERI M.A. 1986. *An ecological basis for the development of alternative agricultural systems for the development of the small farmers in the Third-World*. American journal of Alternative Agriculture, 1 : 3-38.

ALTIERI M.A. 2002. *Fatal Harvest: Old and New Dimensions of the Ecological Tragedy of Modern Agriculture*. Journal of Business Administration, 30 : 239-263.

BASSERY M. 2000. *Un projet de gestion pastorale à Madagascar pour une gestion intégrée*. Mémoire de fin d'études, ENITA Clermont-Ferrand, VSF Madagascar, 126 p.

BERNOUX M., CERRI C., SIQUEIRA M., METAU A., PERRIN A., SCOPEL E., RAZAFIMBELO T., BLAVET D., PICCOLO M., PAVEI M., MILNE E. 2006. *Cropping systems, carbon sequestration and erosion in Brazil*. Agronomy Sustainable, 26 : 181.

BOCKEL L. 2005. *Politiques publiques et pauvreté à Madagascar. La filière riz, moteur de croissance ou facteur de crise ?* Ed. Harmattan, 304 p.

BOYER J., MICHELLON R., CHABANNE A., REVERSAT G., TIBERE R. 1999. *Effects of trefoil cover crop and earthworm introduction on maize crop and soil organisms in Reunion Island*. Biology and Fertility of soils, 410 : 364-370.

CERDEIRA, A., DUKE, S. 2006. *The current status and environmental impacts of glyphosate-resistant crops.* A Review. J. Environ, 35 : 1633-1658.

CIRAD-GRET 2003. *Mémento de l'agronome*. Direction Régionale de développement rural, CIRAD-GRET-MAE, Paris, 1691 p.

CURASSON G. 1948. *L'agriculture mixte en régions tropicales*. Revue d'Elevage et Médicine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 2 (3) : 151-163.

DUBOIS C. 2004. *Gestion des ressources pastorales et pratiques d'alimentation des bovins dans les bassins versants d'Imamba -Ivakaka (Lac Alaotra, Madagascar)*. Thèse vétérinaire, ENV-Lyon, 126 p.

DUPIN B. 2008. *Synthèse des connaissances, activités et perspectives menées par AVSF sur la gestion des ressources agro-pastorales des bassins versants Imamba-Ivakaka*. Document de travail projet BV-Lac n° 12, AFD, 37 p.

DURAND C., NAVES V. 2007. *Etude des dynamiques agraires et des stratégies paysannes dans un contexte de pression foncière. Lac Alaotra*. Mémoire SUP-AGRO-IRC, CIRAD, Madagascar, 174 p.

FINDELING A., RUY S., SCOPEL E. 2003. *Modeling the effects of a partial residue mulch on runoff using a physically based approach*. Journal of hydrology, 275 : 49-66.

FREUD C. 2005. *Evaluation de l'impact économique des systèmes de culture sur couvert végétal (SCV) au Brésil et à Madagascar*. Doc CIRAD/Direction scientifique, Février 2005, 54 p.

GARIN P. 1998. *Dynamiques agraires autour des grands périmètres irrigués : le cas du Lac Alaotra à Madagascar*. Thèse 3ème cycle, Université Paris X, 380 p.

GUERIN H., FAYE B. 1999. *Spécificité de la problématique périurbaine pour les systèmes d'élevage*. In : P. Moustier, A. Mbaye, H. De Bon, H. Guérin, J. Pagès (eds). Actes de l'atelier 'Agriculture périurbaine en Afrique subsaharienne'. CIRAD-CORAF, 20-24 avril, Montpellier, France. 43-49.

GRIFFON M. 2006. *Nourrir la planète*. Ed. Odile Jacob, Paris, 464 p.

HOUSSEIN S.M. 2009. *Diagnostic de la filière lait dans la région Alaotra Mangoro, cas de la zone d'Ambatondrazaka*. Université d'Antananarivo. Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques. Projet laitier de la région Alaotra-Mangoro et Ile et Vilaine. Mémoires de fin d'étude, 77p.

HUSSON O., CHARPENTIER H., NAUDIN K., RAZANAPARANY C., MOUSSA N., MICHELLON R., RAZAFINTSALAMA D., RAKOTOARINIVO C., SEGUY L. 2009. *Manuel pratique du semis direct à Madagascar*. Volume II, chapitre 3. Manuel CIRAD/GSDM AFD, 20 p.

JOUQUET P., DAUBER J., LAGERLOF J., LAVELLE P., LEPAGE M. 2006. *Soil invertebrates as ecosystem engineers : intended and accidental effects on soil and feedback loops*. Applied Soil Ecology, 32 : 153-164.

LAL R. 2007. *Constraints to adopting notill farming in developing countries*. Soil and Tillage Ressource, 94 : 13.

LANDAIS E., LHOSTE Ph. 1990. *L'association agriculture-élevage en Afrique intertropicale : un mythe techniciste confronté aux réalités du terrain*. Cahiers des Sciences Humaines, 26 (1-2) : 217-235.

LANDERS J. 2007. *Tropical crop–livestock systems in conservation agriculture. The Brazilian experience*, FAO, 5 : 21-29.

LHOSTE Ph. 1986. *L'association agriculture-élevage. Evolution du système agropastoral au Siné-Saloum (Sénégal)*. INAPG Cirad, Paris, 314 p.

ANDRIAMANDROSO A.L.H. 2010. Evaluation de la quantité et de la qualité de la biomasse produite dans les systèmes de culture sous couverture végétale et son utilisation pour l'élevage. Mémoire de fin d'études. Université d'Antananarivo, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, 73 p + 37 p annexes.

PENOT E. 2010. *Utilisation et valorisation du réseau de fermes de références au sein du projet BV-Lac*. Rapport de mission à la cellule du projet BV-Lac, 57 p.

RANDRIANASOLO J. 2007. *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*. Programme INTERREG IIIB, Réunion, Océan Indien, 32 p.

ROLLIN D. 1990. *Des rizières aux paysages : élément pour une gestion de la fertilité dans les exploitations agricole du Vakinakaratra et Nord Betsileo*. Thèse 3ème cycle, Université Paris X, 380 p.

SAINT. ANDRE F. 2009. *Analyse des relations agriculture-élevage et place des techniques d'agriculture de conservation au sein d'exploitations du Lac Alaotra*. Rapport d'étude CIRAD, 85 p.

SCOPEL E., FINDELING A., CHAVEZ GUERRA E., CORBEELS M. 2004. *Impact of direct sowing mulchbased cropping systems on soil carbon, soil erosion and maize yield*. Agronomy for sustainable development, 60 : 425-432.

SCOPEL E., FINDELING A., CHAVEZ GUERRA E., CORBEELS M. 2005. *Impact of direct sowing mulchbased cropping systems on soil carbon, soil erosion and maize yield*. Agronomy for sustainable development, 22 : 425-432.

SEGUY L. 1999. *Cultiver durablement et proprement les sols de la planète en semis direct*. Rapport CIRAD-CA/GEC, 65 p.

SEGUY L., BOUZINAC S., SCOPEL E., RIBEIRO M. 2003. *New concepts for sustainable management of cultivated soils through direct seeding mulch based cropping systems: the CIRAD experience*. II World congress on Sustainable Agriculture proceedings, Brésil.

SERPANTIE G. 2009. *La revue en sciences de l'environnement*. Vertigo volume 9 numéro 3.