

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

Montpellier  
**SupAgro**



**MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES**  
présenté pour l'obtention du **DIPLÔME D'AGRONOMIE APPROFONDIE**

spécialisation **Elevage en Milieux Difficiles**

**Diversité des systèmes d'alimentation des troupeaux  
bovins laitiers à Betafo  
Région du Vakinankaratra,  
Madagascar**

Par

**Marta KASPRZYK**

Année de soutenance : **2008**

Organisme d'accueil : **CIRAD**



**MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES**  
présenté pour l'obtention du **DIPLÔME D'AGRONOMIE APPROFONDIE**

spécialisation **Elevage en Milieux Difficiles**

**Diversité des systèmes d'alimentation des troupeaux  
bovins laitiers à Betafo  
Région du Vakinankaratra,  
Madagascar**

Par

**Marta KASPRZYK**

Mémoire préparé sous la direction de :  
**Charles-Henri MOULIN**

Présenté le : **23/09/2008**

devant le Jury :

- Pierre-Yves LE GAL
- Claire AUBRON
- Charles-Henri MOULIN
- Danièle MONTAGNAC

Organisme d'accueil : **CIRAD**

Maîtres de Stage : **Patrick DUGUE,**  
**Eric PENOT**



## Remerciements

*Merci aux éleveurs de Betafo pour m'avoir si chaleureusement accueillie et fait découvrir cet endroit magique qu'est Betafo,*

*Merci à toute l'équipe de FIFAMANOR : Jaona, Tita, Fidy, Bema, Nasolo, Paterson,*

*Merci à la coopérative KOFRA d'Ampamelomana,*

*Merci aux équipes du CIRAD, du FOFIFA, et de l'ONG TAFE à Madagascar,*

*Merci à Patrick Dugué, Eric Penot, mes maîtres de stage et à Charles-Henri Moulin, mon tuteur enseignant pour leur encadrement, leur disponibilité et leur implication dans mon stage,*

*Merci à Lala, Christian et Aro pour leur accueil à Antsirabe,*

*Merci à ma famille,... ten raport jest zadedykowany ukochanej mojej rodzinie !*

*Et un grand merci à Gab ...*



Photo prise par Kasprzyk M., en juin 08 à Tritriva.

# Table des matières

<b>Remerciements</b> .....	<b>3</b>
<b>Table des matières</b> .....	<b>4</b>
<b>Table des illustrations</b> .....	<b>6</b>
<b>Table des annexes</b> .....	<b>7</b>
<b>Sigles, acronymes et termes vernaculaires</b> .....	<b>8</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>9</b>
<b>1- Contexte et problématiques</b> .....	<b>10</b>
1-1 Le Vakinankaratra, la région au cœur du « triangle laitier » .....	10
1-2 Le développement de la filière lait malgré la suprématie du riz et du zébu.....	11
1-3 La production laitière du Vakinankaratra repose sur l'élevage de vaches améliorées. ....	11
1-4 Un contexte démographique et économique ayant des répercussions sur l'environnement... ..	12
1-5 ... à l'origine des actions de la recherche et du développement dans le domaine agricole dans lesquelles s'inscrit ce stage. ....	12
<b>2-Méthodologie</b> .....	<b>13</b>
2-1 Zone d'étude : Betafo .....	13
2-1-1 Présentation de Betafo.....	13
2-1-2 Zonage – stratification .....	14
2-1-3 Délimitation de la zone de travail.....	15
2-2 Elaboration d'une typologie des exploitations laitières de la zone de Betafo.....	15
2-2-1 Plusieurs méthodologies pour l'élaboration d'une typologie des exploitations.....	15
2-2-2 Une combinaison de deux méthodes pour l'élaboration de la typologie : typologie à dire d'experts et typologie par enquêtes directes. ....	15
2-2-3 Echantillonnage .....	16
2-2-4 Contenu de l'enquête typologique .....	16
2-3 Analyse fonctionnelle des systèmes d'alimentation complétée par une analyse quantitative : réalisation de l'enquête en 3 passages .....	16
2-3-1 La méthode d'analyse fonctionnelle des systèmes d'alimentation .....	16
2-3-2 Enquête A : Cadrage général du système d'alimentation et des projets de production de l'éleveur .....	17
2-3-3 Enquête B : description de l'allotement, des niveaux de besoins alimentaires par lot d'animaux, de l'assolement, des ressources utilisées et des rations distribuées par lot.....	18
2-3-4 Enquête C : dernier passage chez l'éleveur, validation/correction des données récoltée et discussion autour des périodes critiques du calendrier d'alimentation et des stratégies d'adaptation pour y faire face. ....	18
2-4 Le tableur : calcul des flux de fourrages, de concentrés et de production de lait à l'échelle de l'animal, du troupeau et de l'exploitation .....	19
<b>3- Résultats</b> .....	<b>19</b>
3-1 Typologie des exploitations laitières.....	19
3-1-1 Critères de classement retenus .....	19
3-1-2 Description des types.....	20
3-2 Systèmes de production : généralités .....	21
3-2-1 Le troupeau laitier .....	21
3-2-1-1 Mode d'exploitation des troupeaux laitiers.....	21
3-2-1-2 Génétique des troupeaux laitiers.....	23
3-2-1-3 Reproduction au sein des troupeaux laitiers .....	24
3-2-2 Systèmes de culture et ressources alimentaires mobilisées pour le troupeau laitier .....	25
3-2-2-1 Les systèmes de culture .....	25

3-2-2-2 Les ressources alimentaires mobilisées .....	25
3-3 Analyse fonctionnelle des systèmes d'alimentation.....	27
3-3-1 Un raisonnement de l'alimentation par lot selon des besoins ciblés par l'éleveur.....	27
3-3-2 Deux exemples de calendriers pour montrer la complexité des systèmes d'alimentation.....	28
3-3-3 Découpage fonctionnel de l'année.....	29
3-3-4 Deux exemples de systèmes d'alimentation contrastés .....	29
3-3-5 Synthèse.....	31
3-3-6 Stratégies mises en oeuvre par les éleveurs pour « passer » la soudure et l'intersaison. ....	32
3-4 Analyse quantitative des systèmes d'alimentation à l'échelle de l'animal.....	32
3-4-1 Comparaison entre la production laitière permise par la ration ingérée et la production laitière réelle.....	33
3-4-2 Comparaison de la production laitière permise par ration ingérée et production laitière potentielle.....	35
3-4-3 Comparaison des performances et valorisation du potentiel laitier .....	35
3-5 Analyse quantitative des systèmes d'alimentation à l'échelle du troupeau : Bilans annuels et comparaison des performances des 7 exploitations .....	35
3-5-1 La composition de la ration.....	35
3-5-2 Recours à l'achat .....	37
3-5-3 Productivité des vaches laitières.....	37
3-5-4 Efficacité du système d'alimentation .....	37
3-6 Synthèse .....	37
<b>4- Discussion .....</b>	<b>40</b>
4-1 Quatre grands systèmes d'alimentation identifiés.....	40
4-2 Critique de la méthodologie : validation et représentativité régionale.....	41
4-3 Les systèmes d'alimentation à Madagascar face à ceux du Maroc, de l'Afrique de l'Ouest, de la Réunion et du Brésil : similitudes et divergences .....	41
4-4 Utilisation de ce travail par les commanditaires.....	42
4-4-1 Aide à la réflexion sur l'adoption des SCV à Betafo (URP SCRID, ONG TAFE) .....	42
4-4-2 Conseil en élevage laitier (FIFAMANOR) et pour une intégration agriculture-élevage .....	43
4-5 Développer des pistes de réflexion pour des études à réaliser par la suite.....	44
4-5-1 Réalisation d'une étude similaire dans une autre zone, plus représentative de l'ensemble du Vakinankaratra.....	44
4-5-2 Analyse technico-économique des systèmes d'alimentation .....	44
4-5-3 Analyse des performances des systèmes de culture en lien avec la constitution des systèmes d'alimentation.....	44
<b>Conclusion.....</b>	<b>45</b>
<b>Références Bibliographiques .....</b>	<b>46</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>49</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>95</b>
<b>Résumé .....</b>	<b>96</b>

## Table des illustrations

### Liste des figures

Fig.1 : Quantité mensuelle livrée aux différents centres de collectes ou sous collecteurs présents dans la zone de Betafo. En litres/mois. Données récoltées par FIFAMANOR en Avril 2008.....	13
Fig.2 : Délimitation des zones 1, 2 et 3 résultant de la stratification de la zone d'étude.....	14
Fig.3 : Schéma d'organisation des 5 étapes de l'enquête de fonctionnement. (Moulin C. et al, 2001), .....	18
Fig.4 : Distribution des troupeaux selon le nombre de vaches laitières calculé sur un échantillon de 27 trpx. ....	22
Fig.5 : Calendrier de reproduction des VL du troupeau de J.P.....	22
Fig.6 : Schéma de l'exploitation du troupeau laitier (à partir de l'étude de 18 troupeaux laitiers). ....	22
Fig.7 : Répartition des vaches laitières recensées par FIFAMANOR à Betafo selon leur race (2082 vaches recensées, soit environ 50% des VL de Betafo) (FIFAMANOR, 2007).....	23
Fig.8 : Courbes de lactation de cinq vaches du troupeau de JW.....	24
Fig.9 : Courbes de production laitière cumulée des 10 vaches d'un troupeau laitier de Betafo.....	24
Source : enquêtes propres.....	24
Fig.10 : Comparaison des niveaux de besoins des vaches laitière selon les éleveurs,.....	27
avec un intervalle vêlage-vêlage théorique de 14 mois.....	27
Fig.11 : Calendrier d'alimentation mis en place par D pour une VL à haute production., S : Séquence. ....	28
Fig.12 : Calendrier d'alimentation mis en place par J.W. pour une VL à haute production. S : Séquence.....	28
Fig.13 : Découpages du calendrier en saisons climatiques et en saisons pratiques.....	29
Fig.14 : Analyse du calendrier d'alimentation 2007-2008 de J. ....	30
Fig.15 : Analyse du calendrier d'alimentation 2007-2008 de J.W.....	31
Fig.16 : Courbes de lactation réelle, potentielle et permise par l'alimentation ingérée d'une vache laitière pure PRN du troupeau de J.W. (type 2). ....	33
Fig.17 : Courbes de production potentielles et réelle de la vache V1, pure PRN.....	33
Fig.18 : Courbes de production potentielles et réelle de la vache V2, pure PRN.....	34
Fig.19 : Valorisation des potentiels laitiers selon les types.....	35

### Liste des tableaux

Tableau n°1 : Typologie des exploitations laitières de Betafo et ses environs.....	20
Tableau n°2 : Fourrages cultivés les plus répandus .....	25
Tableau n°3 : avantages et inconvénients des concentrés achetés .....	26
Tableau n°4 : Assolement 07-08 de J. ....	29
Tableau n°5 : Assolement 07-08 de J.W. ....	30
Tableau n°6 : stratégies mises en place pour gérer les périodes critiques, soudure et intersaison. ....	32
Tableau n°7 : Part en fourrages et en concentrés des rations analysées pour les 7 exploitations étudiées.....	36
Tableau n°8 : Description et comparaison des exploitations étudiées au travers de quelques indicateurs. ...	36
Tableau n°9 : Mise en relation du type d'exploitation, du système de production végétal et du système d'alimentation. ....	40

## Table des annexes

Annexe A .....	50
Annexe B .....	51
Annexe C .....	52
Annexe D .....	53
Annexe E .....	54
Annexe F.....	56
Annexe G.....	57
Annexe H.....	58
Annexe I.....	59
Annexe J.....	65
Annexe K.....	66
Annexe L.....	67
Annexe M.....	70
Annexe N.....	73
Annexe O.....	75
Annexe P.....	78
Annexe Q.....	80
Annexe R.....	81
Annexe S.....	82
Annexe T.....	83
Annexe U.....	84
Annexe V.....	85
Annexe W.....	87
Annexe X.....	89
Annexe Y.....	90
Annexe Z.....	92

## Sigles, acronymes et termes vernaculaires

CIRAD : Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement,

EA : exploitation laitière,

FIFAMANOR : *Fikambanana fifanampiana malagasy norveziana* ou Centre de développement rural et de recherche appliquée,

FM : provende Feed Mill ; provende composée destinée à l'alimentation animale,

FOFIFA : *Foibe-pirenena momba ny fikarohana ampiarina amin'ny fampandrosoana ny ambanivohitra* ou Centre national de la recherche appliquée au développement rural,

IA : insémination artificielle,

j : jour(s),

kg : kilogramme(s),

L : litre(s),

MAEP : Ministère de l'agriculture, de l'élevage et de la pêche,

MB : matière brute,

MN : monte naturelle,

MS : matière sèche,

PNB : produit national brut,

TAFA : *Tany sy fampandrosoana* (ONG terre et développement),

URP SCRiD : Unité de recherche en partenariat systèmes de culture et rizicultures durables,

UTH : unité de travail humain.

### **Termes vernaculaires**

*Ariary* : monnaie courante malgache ; 1 ariary = 5 FMG et 1 euro = 2500 ariary (en juin 2008)

*Tanety* : versants de colline

*Lavaka* : griffe d'érosion

*Famadihana* : fête du « retournement des morts »

*Angady* : bêche traditionnelle.

## Introduction

Parler de l'élevage laitier et d'une véritable filière laitière dans un pays du sud comme Madagascar, peuplé de riziculteurs, peut paraître surprenant. Néanmoins, les nombreux cyclistes transportant des bidons de lait sur les routes ainsi que les va-et-vient incessants des camions TIKO, premier groupe industriel laitier de l'île, témoignent de la présence d'une forte activité laitière dans la région du Vakinankaratra. A Madagascar, la suprématie du riz et du zébu « mâle » qui relève aussi bien d'un fait culturel que d'une nécessité économique, semble accorder peu de place à la vache et à la production laitière. Et pourtant l'activité laitière existe bel et bien sur l'île et se développe depuis une trentaine d'années.

Bien que la consommation individuelle de produits laitiers diminue à l'échelle nationale, il apparaît que « la demande en lait et en produits laitiers est importante et en hausse » (Rabemanambola M.F., 2007). En effet, entre 1993 et 2007, la population malgache s'est accrue de 8,6 millions d'habitants (11,9 millions en 1993 à 20,5 millions en 2007, Indexmundi, 2008). L'augmentation de la demande a surtout été satisfaite par une augmentation des produits importés : « la valeur des produits laitiers importés en 2002 a été multipliée par cinq depuis 1993 » (Rabemanambola M.F., 2007). L'augmentation de la production et le développement de l'activité laitière à l'échelle nationale sont donc des enjeux importants pour l'économie du pays.

La région du Vakinankaratra est située en plein cœur du « triangle laitier » de Madagascar. D'une manière générale, les exploitations pratiquent la polyculture dominée par les cultures vivrières dont le riz. L'élevage de diverses espèces animales au sein des exploitations a plusieurs objectifs : autoconsommation, épargne et entrée de trésorerie.

Cette région est soumise à des problèmes environnementaux dus à une forte croissance démographique. Certaines zones subissent une pression foncière importante qui, combinée à d'autres facteurs, génèrent des problèmes de diminution de la fertilité du sol. La surexploitation des surfaces qui en résulte, associée à un travail du sol traditionnel, amplifie le phénomène d'érosion et de génération des *lavaka*. Ce constat est à l'origine des actions de la recherche et du développement dans le domaine agricole (nouvelles variétés de riz pluvial, vulgarisation de nouvelles techniques tel que les Semis sous Couvert Végétal).

Cependant, les opérateurs du développement se heurtent à des contraintes technico-économiques. Dans un contexte de forte intégration agriculture élevage sur de petites surfaces et donc de compétition entre l'élevage et les SCV pour les résidus de récolte et plus généralement toutes formes de biomasses, les systèmes en semis direct peuvent-ils réellement s'intégrer dans les systèmes de production des paysans ? Une meilleure connaissance des systèmes d'élevage bovin laitier et de leurs systèmes d'alimentation pourrait apporter des réponses.

Cette étude a pour objectif général de mieux connaître la diversité des systèmes d'alimentation mis en place par les éleveurs dans la région du Vakinankaratra. Le but est d'approcher la diversité des exploitations laitières existantes sur le terrain. Pour cela, une typologie des exploitations laitières de la zone d'étude choisie sera élaborée.

Par la suite, une analyse fonctionnelle des systèmes d'alimentation (Moulin C., 2001) mettra en relief les stratégies des éleveurs pour alimenter leurs bovins laitiers selon les différentes périodes de l'année et en fonction de leurs objectifs de production.

Au-delà de cette analyse qualitative, une étude quantitative des rations permettra d'apprécier l'adéquation entre les apports alimentaires et les besoins des individus mais aussi d'établir et de comparer les performances des différents systèmes d'alimentation mis en place par les éleveurs laitiers étudiés.

# 1- Contexte et problématiques

Madagascar, 4<sup>ème</sup> plus grande île du monde, se situait en 2006 en 146<sup>ème</sup> position sur 177 pays classés selon l'Indicateur annuel du Développement Humain du PNUD. Selon Bockel L. (2005) « près de 90% de l'ensemble des ménages pauvres (soit 80% de la population totale) vivent en milieu rural ».

Pays en crise économique depuis plusieurs décennies, sa situation s'est empirée ces dernières années suite à la combinaison de plusieurs facteurs, dont la crise politique de 2002 et la dévaluation du franc malgache. En 2006, le PNB de Madagascar était de 17,27 milliards de dollars en 2007, soit 928 dollars par habitant (Indexmundi, 2008). A titre de comparaison, en France le PNB est de 10 000\$ par habitant.

L'agriculture tient une place prépondérante dans l'économie du pays. L'agriculture familiale mobilise 75% de la population et représente 40% du PIB (Andramanalina, 2007).

Le secteur rizicole constitue la principale activité économique du secteur rural à Madagascar. Le riz, figurant aux menus traditionnels de nombreux peuples du monde, se démarque à Madagascar par les quantités consommées estimées à plus de 100 kg/hab/an, soit la première consommation mondiale. Le riz est le principal aliment de base pour l'ensemble des malgaches, fournissant près de 60% de la ration calorique et protéique par habitant (Bockel, 2005). Associé au zébu, le riz a un rôle très important dans la culture malgache. Les calendriers agricoles établis pour les régions rizicoles de Madagascar mettent en évidence un emploi du temps bien rempli, et consacré pour une large part aux travaux rizicoles (cf. annexe A). Raison J.P. (1984) parle à ce sujet d'une « véritable tyrannie de la rizière ». Pourtant, au sein du « triangle laitier », la production laitière tient une place importante dans les exploitations.

## 1-1 Le Vakinankaratra, la région au cœur du « triangle laitier »

Dans cette étude, nous nous focalisons sur les Hautes Terres malgaches, et plus particulièrement sur la région du Vakinankaratra, située à la fois dans un bassin rizicole et au cœur du « triangle laitier », principale zone de production laitière de l'île (cf. annexe B).

Le Vakinankaratra et sa capitale Antsirabe constituent une zone fortement agricole et agro-industrielle grâce à l'implantation ancienne d'industries agroalimentaires (comme la brasserie STAR implantée en 1949, la laiterie TIKO implantée au début des années 80, ou encore la minoterie KOBAMA). Comptant environ 202 000 exploitations agricoles, orientées vers la production de céréales, de fruits, de légumes, et de produits d'origine animale, la région ravitaille les grandes villes de l'île dont la capitale, notamment en produits laitiers.

Le climat du Vakinankaratra est un **climat tropical d'altitude** (cf. encadrée n°1 et annexe n°C). La pluviométrie moyenne annuelle est supérieure à 1300 mm. Les températures modérées ainsi que l'hygrométrie de la région sont favorables à l'élevage bovin. Bien que le climat permette une diversité importante de cultures, et notamment la culture d'espèces tempérées (principalement fourragères), les températures basses en saison hivernale (juin-août) limitent la production de biomasse durant cette période.

### **Encadré n°1 : Deux principales saisons climatiques : saison des pluies et saison sèche**

**Saison humide et chaude** : la température moyenne est de 18-20°C en dessous de 1750m (RAUNET, 1981 cité par Rabemanambola, 2007). La saison des pluies est plus précoce au Vakinankaratra que sur l'ensemble des Hautes Terres. La pluviométrie est la plus importante à cette période, les mois les plus pluvieux étant : décembre, janvier, février et mars. Cependant, il y a chaque année des périodes prolongées de sécheresse qui limitent les cultures et affectent celles en place,

**Saison sèche froide** : les températures minimales se situent entre 6 et 9°C, les extrêmes pouvant descendre en dessous de 0°C. On compte 1 à 10 jours de gel à une altitude variant entre 1400 et 1600 mètres (ROLLIN, 1994). C'est entre le 15 juin et le 10 août que les risques de gel sont les plus grands (RAUNET, 1991 cité par Rabemanambola, 2007), ce qui correspond aussi à la période de plus faible ensoleillement et aux températures moyennes les plus basses. Le froid est un facteur limitant pour les cultures de contre saison. L'alizé apporte pendant cette saison sèche des pluies fines sous forme de crachins et permet la formation de brume. La rosée est abondante et le brouillard est aussi très fréquent, surtout dans les bas-fonds. Il existe quelques pluies efficaces durant cette saison qui réduisent considérablement le déficit hydrique. Certaines cultures tempérées ne craignant pas le froid sont donc envisageables à cette période, si elles sont irriguées.

## **1-2 Le développement de la filière lait malgré la suprématie du riz et du zébu**

Les exploitations agricoles étaient principalement orientées dans le passé vers la satisfaction des besoins alimentaires des familles rurales. La quête du numéraire est devenue aujourd'hui incontournable à cause de l'influence grandissante des villes qui ont imposé la monétarisation de l'économie rurale et facilité l'achat de biens de consommation divers. Il en résulte des exploitations dont l'objectif est en priorité de **sécuriser la production de cultures vivrières** (principalement le riz) et de **constituer une « épargne »** suffisante pour assurer un bien-être social. Celui-ci se résume généralement à la disposition d'un stock suffisant de riz et d'un peu de trésorerie pour faire face à la vie quotidienne et aux grandes cérémonies sociales telles que le *Famadihana*\* (retournement des morts), le mariage, etc, (cf.annexe D).

Dans la culture malgache, le zébu jouit d'une place de choix presque au même titre que le riz. Toutefois, seul le mâle est à l'honneur aux dépens de la vache. La population malgache associe plutôt l'image du zébu à la saveur de sa viande qu'à son aptitude à produire du lait. Cette suprématie spatiale du riz et du zébu « mâle » relève en définitive aussi bien d'un fait culturel que d'une nécessité économique. Cette situation semble accorder peu de place à la vache et à la production laitière. Et pourtant la filière lait existe bel et bien à Madagascar, et la production laitière à des fins de commercialisation est née, dans le pays, il y a plus d'un siècle.

Déjà en 1840, avant la colonisation par les Français en 1895, Jean Laborde fait introduire des reproducteurs de races laitières (Garonnaise, Bordelaise et Bretonne) à Madagascar. Cependant, les premiers pas vers la structuration d'une véritable filière laitière à Madagascar furent réalisés au cours de la première république (1960-1972) au travers de la création du BCL (Bureau Central Laitier). C'est à cette époque, en 1965, qu'est née la ferme-école de Tombomtsoa, qui visait à former de jeunes paysans malgaches à l'élevage de vaches laitières. C'est au cours de la seconde République (1972-1991), que fut créée FIFAMANOR, un organisme né de la coopération malgacho-norvégienne visant, entre autres, à promouvoir l'élevage laitier en diffusant des races améliorées et des techniques d'élevage associées. En 1972, la Société Malgache des Produits laitiers s'installe dans les locaux de l'ex-Nestlé basé à Antsirabe. C'est aussi à cette période, dans les années 80 qu'un investisseur privé, Marc Ravelomanana (actuel Président de la République), avec l'aide de la Banque Mondiale, implante ses laiteries TIKO à Madagascar. Un bref historique de la filière lait à Madagascar figure en annexe E.

## **1-3 La production laitière du Vakinankaratra repose sur l'élevage de vaches améliorées.**

« Plus de 80% de la production laitière de Madagascar provient de la région Vakinankaratra » (Rabemanambola, 2007). La production régionale est estimée par FIFAMANOR à **35,6 millions de litres** en 2007, mais elle est saisonnée : en effet, la production peut diminuer de 50% en saison sèche du fait de la faible disponibilité fourragère en cette saison. On parle de la « période de vache maigre ». Malgré cette forte saisonnalité de la production, aucun système de primes n'a été mis en place par les laiteries dans le but d'inciter les éleveurs à augmenter leur production en saison sèche. Le prix du lait, stable toute l'année, est de 600 Ar (soit 0,24€) par litre (2008, Cf. évolution du prix du lait entre 1980 et 2008 en annexe F).

La production laitière du Vakinankaratra est assurée principalement par un cheptel bovin composé de vaches améliorées, que ce soit dans les grandes fermes intensives ou dans les petites exploitations familiales. Parmi ces vaches laitières améliorées, on rencontre des animaux de races RANA qui sont meilleures laitières que la vache zébu, et des animaux de races exotiques plus ou moins pures : Pie Rouge Norvégienne (PRN) et Holstein (cf. annexe G). En effet, les actions de FIFAMANOR dans le domaine du développement de l'élevage laitier depuis les années 70 ont permis de diffuser, de manière efficace, la race PRN chez les paysans.

Il convient de rappeler que la production laitière du Vakinankaratra provient essentiellement de petits producteurs, et que ces producteurs sont en priorité des agriculteurs, le lait n'ayant pour fonction, comme toujours en zone de polyculture-polyélevage, d'assurer des rentrées monétaires modestes mais durant toute l'année. Le contraste est d'ailleurs saisissant entre d'une part, les quelques fermes d'élevage très modernes et les vastes parcelles de cultures fourragères de certains « gros » éleveurs laitiers, dont le plus important est TIKO, et d'autre part, la mutation d'exploitations paysannes traditionnelles caractérisées par un parcellaire émietté qui porte le riz, culture phare, d'autres cultures vivrières pluviales, et quelques fourrages.

#### **1-4 Un contexte démographique et économique ayant des répercussions sur l'environnement...**

La croissance de la population agricole du Vakinankaratra est évaluée, en 2004-2005, à 2,4% par an (DSI/MAEP, 2006). Sous la pression de la démographie, les exploitations deviennent de plus en plus petites. La surface moyenne par exploitation dans la région a été évaluée en 2004-2005, à 0,87ha (DSI/MAEP, 2006). Cette surface doit encore être répartie entre le riz et les autres cultures pluviales (« un parcellaire émietté » en annexe H). L'accroissement de la pression démographique s'est traduit par la saturation des terres de bas fonds destinées à la riziculture et par une emprise agricole de plus en plus forte sur les versants des collines (*tanety*) cultivables.

Ainsi, la croissance démographique et la crise économique ont rendu nécessaire l'intensification de la production agricole. L'abandon de la jachère, la systématisation du travail du sol (manuel ou en traction animale) et le faible recours aux intrants (engrais) entraîne une diminution de la fertilité du sol. La surexploitation de ces terres, cultivées selon des techniques conventionnelles de travail du sol, génère de sérieux problèmes d'érosion : griffes d'érosion, génération de « *Lavaka* » pouvant générer des ensablements et des dégâts (submersion) sur les rizières irriguées des bas-fonds et plaines.

#### **1-5 ... à l'origine des actions de la recherche et du développement dans le domaine agricole dans lesquelles s'inscrit ce stage.**

C'est dans ce contexte de pression démographique, de crise économique et de sérieux problèmes environnementaux menaçant directement les paysans qu'a été mis en place le projet Corus « Production de fourrages au sein de systèmes de culture vivriers à base de riz pluvial sur les hauts plateaux malgaches » (cf.annexe I) mené par l'Unité de Recherche en Partenariat (URP) SCRID, associant le FOFIFA, l'université d'Antananarivo et le CIRAD et collaborant avec l'ONG Tafa et FIFAMANOR. Cette Unité a pour objectif la création et la diffusion d'innovations et plus particulièrement (i) des **variétés de riz pluvial d'altitude**, et (ii) **de systèmes de culture à base de semis direct sur couvert végétal (SCV)** en collaboration avec l'ONG Tafa. En matière de SCV le CIRAD, apporte un appui aux institutions malgaches depuis une quinzaine d'années, dans cette région du Vakinankaratra.

Bien que d'après de nombreuses expérimentations les systèmes de semis direct soient plus performants que les systèmes avec labour (rendements supérieurs, temps de travaux diminués, performances économiques plus grandes, meilleure valorisation de la journée de travail), une question reste en suspens lorsqu'on observe le peu de parcelles en SCV dans les exploitations de cette région : les systèmes en semis direct peuvent-ils réellement s'intégrer dans le système de production des paysans ?

#### **Des actions qui se heurtent à des contraintes technico-économiques, en lien avec l'intégration agriculture – élevage.**

Dans la région centrale du Vakinankaratra, dans un contexte où l'agriculture et l'élevage ne peuvent être séparés, le développement des systèmes pluviaux SCV se heurte souvent à la compétition entre l'agriculture et l'élevage pour l'utilisation des résidus de récolte, et plus généralement, toutes formes de biomasse. L'agriculture SCV en a besoin pour la protection du sol et l'amélioration de sa fertilité, l'élevage en a besoin pour l'alimentation du bétail. Un des principaux facteurs contraignant cette dynamique est la disponibilité et l'utilisation raisonnée des ressources fourragères. D'importants travaux sur les cultures fourragères et leur double usage (plante de couverture et fourrage pour le cheptel laitier) ont été entrepris (Tafa, CIRAD).

Au-delà de la disponibilité de solutions techniques conciliant une production vivrière durable et l'élevage, source de revenu monétaire pour les exploitations agricoles, peu d'informations sont disponibles sur les stratégies paysannes en particulier en matière d'intégration agriculture-élevage, de gestion des résidus de récolte, et d'alimentation du cheptel laitier.

#### **Une meilleure connaissance de l'élevage bovin laitier et des systèmes d'alimentation pourrait faciliter la conception de systèmes de production innovants**

Ce stage, portant sur l'intégration agriculture-élevage à l'échelle des unités de production et sur les systèmes d'alimentations laitiers, se positionne, non pas sur la production de biomasse, mais sur les besoins des troupeaux laitiers dans une optique d'accroissement du revenu et de durabilité des systèmes de production. Cette étude a pour objectif général **de mieux connaître les divers systèmes d'alimentation**

**mis en place par des éleveurs laitiers dans le Vakinankaratra.** Le but est d'approcher la diversité des exploitations laitières existantes sur le terrain.

Le système d'alimentation est constitué par l'ensemble des ressources alimentaires disponibles, les pratiques d'alimentation ainsi que les connaissances mobilisées et les stratégies utilisées par les éleveurs pour couvrir les besoins alimentaires des animaux.

Cette étude se propose de mettre en évidence les **calendriers d'alimentation** (en fourrages et en concentrés) mis en place par les éleveurs laitiers pour alimenter leurs animaux à différents stades physiologiques (vaches laitières en période de forte production, de faible production, vache tarie, génisses) selon les **différentes périodes de l'année** et en fonction de leurs **objectifs de production**.

Pour l'ensemble des éleveurs rencontrés, il s'agit donc de répondre aux questions suivantes :

- comment l'éleveur **alloue la biomasse produite sur son exploitation** (cultures fourragères, résidus de culture : pailles de riz, pailles de maïs, à l'alimentation de son troupeau bovin **selon les saisons**,
- quelles sont ses stratégies de rationnement du troupeau selon le **stade physiologique** des animaux, la **saison** et ses **possibilités économiques**:
  - composition des rations, parts de fourrages et de concentrés,
  - parts de fourrages cultivés, de résidus de cultures et d'herbes sauvages dans l'apport en fourrages total aux différents types d'animaux et selon la saison,
  - part des aliments achetés / aliments produits sur l'exploitation,
- quelles sont les **périodes à fortes contraintes** pour l'alimentation des bovins laitiers,
- et enfin quelles sont les **stratégies d'adaptation** mises en place par l'éleveur pour y faire face ?

Dans un deuxième temps, on tentera d'apprécier l'**adéquation entre les apports alimentaires et les besoins quantitatifs et qualitatifs du cheptel** ; les données quantitatives seront la base d'une comparaison entre production potentielle (génétique et théoriquement permise par la ration) et production réelle observée.

Enfin, on pourra **établir et comparer les performances des différents systèmes d'alimentation** étudiés.

## 2-Méthodologie

### 2-1 Zone d'étude : Betafo

#### 2-1-1 Présentation de Betafo

Betafo se situe à 22km à l'ouest d'Antsirabe, sur des sols bruns de massifs volcaniques donc relativement fertiles. Elle constitue une importante zone agricole, ce qui lui a valu d'être l'ancienne capitale du Vakinankaratra. C'est une zone où l'eau abonde, même en saison sèche, permettant ainsi de cultiver « facilement » en contre saison sur rizières. L'élevage laitier s'y développe depuis une trentaine d'années, accompagné par FIFAMANOR. Omniprésent dans la majorité des exploitations, sa place dans leurs revenus est importante. Bien que représentative d'un écosystème particulier du Vakinankaratra, Betafo est une région laitière très dynamique.

Entre 300 000 et 325 000 litres de lait sont collectés mensuellement dans la zone de Betafo (cf. fig.1).

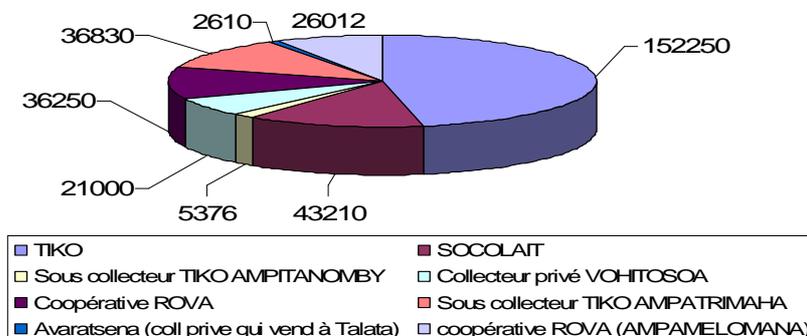


Fig.1 : Quantité mensuelle livrée aux différents centres de collectes ou sous collecteurs présents dans la zone de Betafo. En litres/mois. Données récoltées par FIFAMANOR en avril 2008.

La ville compte deux importants centres de collectes appartenant à TIKO et SOCOLAIT. TIKO est de loin, le premier collecteur de la zone, collectant directement 150 000 litres de lait par mois et indirectement au travers de deux coopératives de base de ROVA et de collecteurs privés. Les 15% de lait non collectés par TIKO sont collectés principalement par SOCOLAIT ainsi que par des petites unités de transformation artisanales productrices de fromage.

Pour une première étude poussée des systèmes d'alimentation des troupeaux laitiers, il a paru intéressant de travailler dans une zone où le contexte économique et écologique est favorable à la production laitière et avec des éleveurs qui ne débutent pas dans l'activité. Un des premiers objectifs de cette étude est aussi la mise en place d'une méthodologie fiable pour les études à venir, d'où l'intérêt de travailler avec des éleveurs expérimentés.

### 2-1-2 Zonage – stratification

A partir d'observations sur le terrain et de discussions avec les experts, un zonage a été réalisé selon deux critères (carte figure 2) :

- Situation au sein du bassin de collecte : accès direct ou non aux centres de collecte,
- Présence abondante ou non de rizières irriguées.

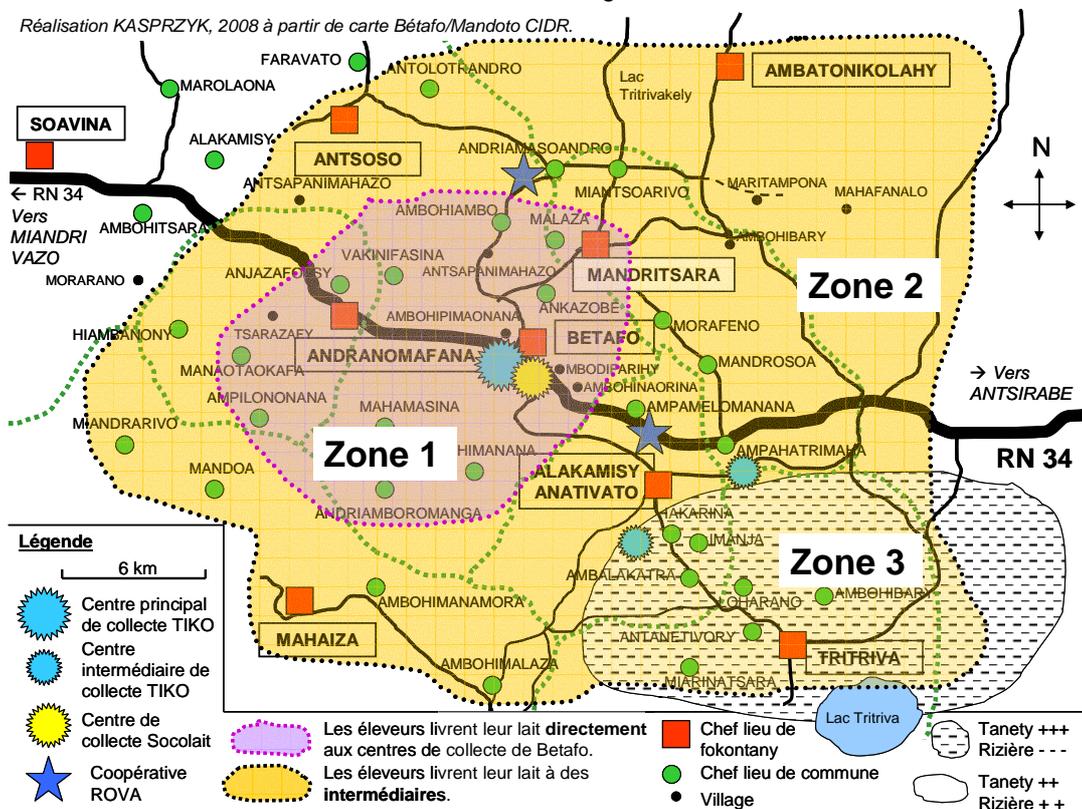


Fig.2 : Délimitation des zones 1, 2 et 3 résultant de la stratification de la zone d'étude.

Dans la **zone 1**, la majorité des éleveurs livrent leur lait directement aux centres de collecte TIKO et SOCOLAIT de la ville de Betafo. Entre mai et juillet 2008, le lait y est payé 600 Ar/L (soit environ 25 centimes d'euros, 2500Ar=1euro). Le paiement a lieu généralement tous les quinze jours. Dans La **zone 2**, la majorité des éleveurs livrent leur lait à des intermédiaires : coopérative ROVA, collecteurs privés, cyclistes-collecteurs, collecteurs en charrette. L'éleveur vend alors le lait à l'intermédiaire à un prix variant entre 550 Ar/L et 590 Ar/L (22 à 24 centimes d'euros), prix qui dépend du collecteur mais aussi du mode de paiement (journalier, hebdomadaire, à la quinzaine ou mensuel). Les zones 1 et 2 sont bien pourvues en rizières irriguées. La **zone 3** est une zone où il y a peu de rizières et de grandes surfaces de tanety. Les éleveurs y livrent leur lait à des intermédiaires.

### **2-1-3 Délimitation de la zone de travail**

Afin de prendre en compte la diversité des systèmes de production constatés par les experts locaux, la zone d'étude a été élargie à certains villages situés dans un rayon de quinze kilomètres autour de la ville de Betafo. En annexe J figure une carte présentant les villages concernés par l'étude.

## **2-2 Elaboration d'une typologie des exploitations laitières de la zone de Betafo**

Un des premiers objectifs de l'étude est d'analyser la diversité des systèmes d'alimentation des troupeaux laitiers. L'essentiel est de ne pas passer à côté de situations intéressantes bien que peu représentées. L'élaboration d'une typologie des exploitations laitières, outil de représentation de la diversité, s'avère être la première étape de notre méthodologie.

### **2-2-1 Plusieurs méthodologies pour l'élaboration d'une typologie des exploitations**

De multiples méthodes ont été développées pour construire des représentations de la diversité et de la dynamique des systèmes de production agricole. Une première famille de méthodologies repose sur l'utilisation de **méthodes statistiques exploratoires**. Cependant, lorsqu'elles ne sont pas orientées selon une finalité précise, ces enquêtes statistiques réalisées sur des échantillons relativement importants, ne permettent pas toujours de bien prendre en considération les variables qualitatives et quantitatives dont on veut mesurer la fréquence ou la grandeur. « Faute d'hypothèses suffisamment fondées sur le fonctionnement et l'évolution des réalités agraires à étudier, le recours prématuré aux méthodes statistiques se révèle parfois décevant. La question se pose alors de savoir si l'analyse préalable des réalités agraires en termes de systèmes peut aider à construire progressivement ces hypothèses ». (Dufumier, 1994).

La deuxième famille repose sur l'utilisation des théories du fonctionnement des exploitations agricoles et de leur évolution. On peut distinguer deux grandes démarches : la typologie par enquêtes directes en exploitation et la typologie à dire d'experts.

#### **La typologie par enquêtes directes**

Suite à la délimitation de la zone d'étude, un échantillon réduit de la population à étudier est défini. C'est sur cet échantillon que sont réalisées les enquêtes typologiques. A partir de ces enquêtes, on opère un regroupement par comparaison de proche en proche du fonctionnement et de la structure des exploitations (Capillon, 1993). Les critères déterminants les différents types d'exploitation sont mis en évidence. Ils constituent la clé typologique.

#### **La typologie à dire d'experts**

L'hypothèse de base est de reconnaître qu'il existe des personnes, qui de part leur activité professionnelle, connaissent bien les exploitations de la zone d'étude, ou du moins une partie d'entre elles. Ces « experts » ont leurs propres représentations de la diversité des exploitations de leur zone d'intervention. L'idée est de faire exprimer ces représentations. Dans un premier temps, à la constitution d'un panel d'experts, il leur est demandé de définir des « exploitations types » et de décrire les indicateurs discriminants. La clé typologique est ainsi créée. Celle-ci doit ensuite être validée, en l'appliquant à des exploitations connues par les experts.

### **2-2-2 Une combinaison de deux méthodes pour l'élaboration de la typologie : typologie à dire d'experts et typologie par enquêtes directes.**

Initialement, étant donné le peu de temps pouvant être consacré à l'élaboration d'une typologie des exploitations laitières de Betafo, j'avais choisi de réaliser une **typologie à dire d'experts**. Le panel d'experts que j'ai constitué comportait :

- des responsables de projets « élevage » au sein de FIFAMANOR, de l'ONG Tafa, du FOFIFA,
- de directeur et responsable vulgarisation au sein d'une entreprise fabriquant de la provende,
- de techniciens d'élevage de FIFAMANOR et de SDM ad travaillant sur la zone d'étude,
- d'inséminateurs opérant sur la zone d'étude,
- de présidents de coopératives de base situées sur la zone d'étude,
- de quelques éleveurs situés sur la zone d'étude.

Cependant, après de nombreux entretiens, il a été difficile de définir avec ces experts des « exploitations types » de la zone. Ces experts m'ont systématiquement emmenée visiter des élevages afin que je puisse

voir par moi-même les différents systèmes d'alimentation mis en place par les différents types d'éleveurs. J'ai donc fini par réaliser une **typologie par enquête directe**. Comme l'a souligné Landais (1996), « par sa précision, cette méthode [typologie par enquête directe] apparaît bien adaptée [...] aux situations où l'expertise est insuffisante ou inaccessible ».

### **2-2-3 Echantillonnage**

L'échantillon d'exploitations enquêtées a été déterminé par les experts au travers des « différents types » d'éleveurs qu'ils m'emmenaient visiter. Les techniciens d'élevage de FIFAMANOR, avec qui j'ai beaucoup travaillé, étaient presque toujours eux-même éleveurs. Certes, ils avaient tendance à me montrer des exploitations qui « marchent bien » et qui développent leurs recommandations. Malgré ce biais, cet échantillonnage a permis de continuer l'étude dans des conditions optimales, les éleveurs visités étant souvent ouverts au dialogue. De plus, mon panel d'experts étant varié, j'ai pu insister auprès de certains d'entre eux pour qu'ils m'emmenent voir d'autres types d'éleveurs, les moins aisés par exemple, beaucoup plus représentatif de la majorité des éleveurs de la zone, ce qui a limité le biais cité plus haut. **Au total, 30 exploitations ont été enquêtées.**

### **2-2-4 Contenu de l'enquête typologique**

L'enquête typologique (annexe K), de type systémique, a porté sur :

- le troupeau laitier : effectif, niveau génétique, modes de reproduction
- les superficies et la nature (rizières/tanety) des surfaces cultivées,
- la place des fourrages cultivés dans l'assolement (superficie en fourrages cultivés sur tanety/sur rizières),
- le recours ou non au pâturage au cours de l'année,
- la description de la ration distribuée aux différents types d'animaux le jour de l'enquête
- la commercialisation du lait : volume auto consommé/vendu, vente directe/indirecte, prix du lait vendu,
- la diversité des activités sur l'exploitation (agricole/non-agricole) ou en dehors de l'exploitation (off farm).

L'enquête typologique a été complétée par des observations concernant l'état des vaches laitières, l'état de l'étable, la présence ou non de silos de stockage, d'étables fumières, la réalisation de la traite.

**Le but de cette typologie est de dépasser la description du fonctionnement des exploitations étudiées et d'en faire des « modèles de fonctionnement » auxquels se rattachent ces exploitations.**

## **2-3 Analyse fonctionnelle des systèmes d'alimentation complétée par une analyse quantitative : réalisation de l'enquête en 3 passages**

### **2-3-1 La méthode d'analyse fonctionnelle des systèmes d'alimentation**

Les enquêtes ont été réalisées sur un nombre **d'éleveurs restreints** afin d'analyser finement leurs systèmes d'alimentation. Un éleveur par type a été sélectionné, pour les types les plus intéressants où le lait a une place importante dans l'exploitation.

La **méthode d'analyse fonctionnelle des systèmes d'alimentation**, mise en place par l'institut de l'Élevage (Moulin C., 2001) en France, a été appliquée au terrain malgache. Cette méthode doit permettre de mettre au point des calendriers d'alimentation, divisés en **séquences**, pour tous les types d'animaux présents dans l'atelier « élevage laitier » (vaches laitières en haute production, VL en basse production, VL taries, génisses 2-3 ans, génisses 1-2 ans, velles, veaux, taureaux, ...). Une séquence correspond à une période de l'année où un type d'animal est alimenté avec une ration fixée. Ce calendrier permettra de mettre en relief les périodes à fortes contraintes en terme d'alimentation du troupeau, ainsi que les **stratégies** et **sécurités** mises en place par l'éleveur pour faire face aux aléas (climatiques et autres). Il en résulte une analyse qualitative des systèmes d'alimentation, complétée ensuite par une analyse quantitative

L'analyse est réalisée sur une **période d'un an** soit un cycle complet d'activités agricoles et d'élevage. Elle permet de mettre en évidence la **variabilité intra-annuelle** au sein du système d'alimentation. J'ai choisi de réaliser une **enquête de type conjoncturelle** plutôt que **programmétique**. En effet cette dernière apporte des informations très globales et peu précises au contraire de l'enquête conjoncturelle qui « correspond à la mise à plat d'évènements et pratiques précises ayant été mis en oeuvre peu de temps avant le recueil de

l'information » (Moulin C., 2002). Bien qu'il aurait été plus simple de démarrer l'enquête à la période du début de saison des pluies, c'est-à-dire en novembre, j'ai choisi de faire coïncider la période étudiée avec la période de réalisation des enquêtes sur le terrain. Ainsi la période étudiée s'étale de juillet 2007 à juin 2008. Cela permet :

- de démarrer l'enquête avec des informations concernant ce que fait l'éleveur au moment du passage dans l'exploitation. Il est donc plus facile à l'éleveur de répondre et cela permet de le mettre en confiance,
- de faire travailler dans un premier temps uniquement la mémoire courte des éleveurs et d'obtenir ainsi des données plus fiables
- de recouper les informations recueillies avec des observations faites au cours des passages précédents (enquête typologique) et suivants.

Cette analyse de la variabilité intra-annuelle au sein du système d'alimentation mis en place pour la période juin 2007-juin 2008 sera complétée par une analyse de la **variabilité inter annuelle**.

Ce travail d'étude rétrospective du système d'alimentation est lourd et nécessite un effort important de mémoire de la part de l'éleveur. Mis à part le temps de travail supplémentaire pour l'enquêteur, le découpage de l'enquête en trois parties (enquêtes A, B et C), présente de nombreux avantages :

- amélioration de la fiabilité des données,
- mise en confiance et création d'un lien fort avec chacun des éleveurs,
- observation en temps réel de l'évolution des cultures et du troupeau (composition, production laitière),
- souplesse de l'enquête,
- recoupements, identification des incohérences éventuelles et donc obtention de données plus fiables qu'en un seul passage.

En dehors des recoupements cités précédemment, j'ai pu avoir accès aux données de FIFAMANOR concernant les rations distribuées mois par mois par les éleveurs « contrôlés ». J'ai comparé ces données avec celles que j'ai prélevées moi-même auprès de ces mêmes éleveurs afin de mesurer leur cohérence.

### **2-3-2 Enquête A : Cadrage général du système d'alimentation et des projets de production de l'éleveur**

A ce stade de l'étude, l'échantillon définitif n'est pas encore défini. J'ai choisi de réaliser l'enquête A sur 2 individus par types, afin de pouvoir juger (i) leur motivation, leur investissement et leur intérêt pour l'étude et (ii) leur intérêt en terme de représentativité de la diversité des systèmes d'alimentation, avant de sélectionner mon échantillon d'étude définitif, composé a priori de 1 exploitation par type. Ces deux exploitations font partie de l'échantillon d'individus enquêtés pour l'élaboration de la typologie.

Cette première étape de l'analyse fonctionnelle des systèmes d'alimentation (cf. annexe L) a pour but de décrire et de comprendre :

- l'histoire de l'exploitation,
- l'organisation du travail (la **main d'œuvre** disponible au sein de l'exploitation
- **les types de produits sur l'exploitation, leur répartition annuelle et les marchés concernés**. En effet, nous avons affaire à des exploitations de polyculture et poly-élevage. Il est important d'avoir une idée précise des divers ateliers et de leurs influences (concurrence/complémentarité) sur l'atelier « vaches laitières » ,
- **la place de l'atelier « vaches laitières » dans l'exploitation agricole, c'est-à-dire le degré de spécialisation en production laitière de l'exploitation : part du lait dans le revenu** (face à la méfiance des éleveurs vis-à-vis de ce type de question, application de la méthode des « cailloux », dénommée « *pebble distribution method* » (**PDM**) » (littéralement « méthode de distribution des cailloux »), inspirée des travaux de Douglas Sheil et al, 1999.
- de **cadrer les principales composantes du système d'alimentation** :
  - Surface cultivée : sur tanety, sur rizières,
  - Nature de la maîtrise foncière, voir si elle est source de contraintes ou non
  - Réalisation des stocks : font-ils du foin, de l'ensilage ?
  - Caractérisation du troupeau par une enquête zootechnique.

L'analyse fonctionnelle des systèmes d'alimentation est **structurée en 5 étapes** enchaînées dans un ordre chronologique (fig.3)

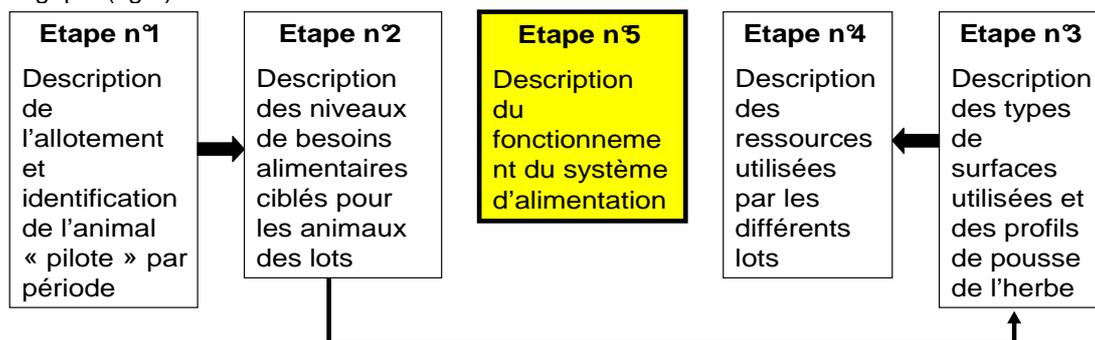


Fig.3 : Schéma d'organisation des 5 étapes de l'enquête de fonctionnement. (Moulin C. et al, 2001),

### **2-3-3 Enquête B : description de l'allotement, des niveaux de besoins alimentaires par lot d'animaux, de l'assolement, des ressources utilisées et des rations distribuées par lot.**

Pour l'enquête B (le cœur de l'étude), j'ai choisi comme prévu initialement 1 exploitation par type pour 7 types seulement (les types de 1 à 7). Les types 8 et 9 ont été écartés car jugés peu intéressants : ils représentaient des cas marginaux où l'atelier « vaches laitières » est très secondaire dans l'exploitation. Pour le type 3, j'ai choisi d'étudier 2 exploitations (« pôles » 3a et 3b) dont les systèmes de culture varient beaucoup du fait de leur positionnement géographique (zone 1 et 3, cf. partie 2-1-2 Zonage-stratification) : l'une cultive majoritairement des *tanety* tandis que l'autre cultive des rizières et des *tanety*.

L'enquête B (cf. Annexe M) permet de :

- **définir les différents lots** d'animaux
- **définir les niveaux de besoins** alimentaires (fort, moyen, faible) ciblés par l'éleveur pour les animaux des lots
- **décrire l'assolement** et vérifier la cohérence des données en comparant avec des superficies cultivées sur *tanety* et rizières annoncées à l'enquête précédente,
- **décrire la production de ressources** sur l'EA et **son utilisation** pour l'alimentation du troupeau laitier ;  
« C'est l'utilisation des surfaces et la création de ressources alimentaires adaptées aux niveaux de besoins alimentaires ciblés qui ont un sens opérationnel pour la compréhension du fonctionnement des systèmes d'alimentation » (Bellon et al, 1995 et 1999 cité par Moulin et al, 2001),
- **décrire quantitativement les rations** distribuées par lot.

### **2-3-4 Enquête C : dernier passage chez l'éleveur, validation/correction des données récoltées et discussion autour des périodes critiques du calendrier d'alimentation et des stratégies d'adaptation pour y faire face.**

Cette dernière enquête chez l'éleveur permet :

- la résolution des incohérences relevées lors des 2 enquêtes précédentes,
- l'approfondissement de certains points concernant :
  - **l'achat** : achat groupé à une période courte de l'année ou étalé sur plusieurs mois (avantages/inconvénients), origine de la trésorerie permettant l'achat,
  - la **fertilisation** des cultures fourragères,
  - la **hiérarchisation des lots** selon l'éleveur
- la mise en évidence avec l'éleveur de la (des) **période(s) critique(s)** dans le calendrier d'alimentation,
- une discussion concernant **l'aspect prévisionnel** de la stratégie d'alimentation et les **stratégies de sécurisation** du système d'alimentation lors des périodes critiques,
- la **correction/validation des rations qualitatives et quantitatives** distribuées à un animal de chaque lot
- l'analyse de la **variabilité inter-annuelle** du système d'alimentation.

L'enquête est donc adaptée à chaque éleveur, selon les incohérences décelées suite à une première analyse des données. Un exemple d'enquête C menée au près de J.P. figure en annexe N.

## **2-4 Le tableur : calcul des flux de fourrages, de concentrés et de production de lait à l'échelle de l'animal, du troupeau et de l'exploitation**

Le premier objectif du tableur (cf. annexe O) est de vérifier la **cohérence des données quantitatives** récoltées. Pour cela, sont comparées :

- les quantités de **ressources produites sur l'exploitation et achetées**,
- **les ressources distribuées au troupeau laitier**.

Si cette comparaison met en évidence des incohérences au niveau d'un éleveur, celui-ci est écarté pour la suite de l'analyse quantitative des systèmes d'alimentation.

Le second objectif est de permettre **d'établir un diagnostic** sur l'efficacité du système d'alimentation à l'échelle de l'animal. En effet, le tableur permet une comparaison des courbes de production laitière permise par la ration et réelle/potentielle :

- si la production laitière permise par la ration est supérieure à la production laitière potentielle, alors on peut faire l'hypothèse qu'il y a une sous valorisation de l'alimentation,
- si la production laitière permise par la ration est supérieure à la production laitière réelle, alors on peut faire l'hypothèse que l'alimentation n'est pas le facteur limitant.

Le troisième objectif de ce tableur est de faciliter les calculs de ratios permettant d'évaluer les performances des systèmes d'alimentation étudiés et de les comparer entre eux. Les ratios utilisés sont les suivants :

- la part de fourrages et de concentrés dans les rations distribuées,
- la part de résidus, de fourrages cultivés et d'herbes ramassées dans l'apport en fourrages total,
- la part de l'achat dans le système d'alimentation,
- les quantités consommées de fourrages et de concentrés par équivalent VL,
- la productivité des vaches du troupeau,
- les quantités consommées de fourrages et de concentrés par kg de lait.

## **3- Résultats**

### **3-1 Typologie des exploitations laitières**

#### **3-1-1 Critères de classement retenus**

Suite à la réalisation des enquêtes typologiques auprès de **30 exploitations** de la zone de Betafo, complétées par de nombreuses discussions avec les experts, une typologie des systèmes de production laitiers de Betafo a été mise en place. Rappelons que cette typologie doit faire ressortir la diversité des systèmes d'alimentation ; validée par les experts, elle s'articule autour de deux principaux critères discriminants:

→ **un critère lié à la conduite des animaux**, perçu au travers des éléments suivants :

- **la surface en cultures fourragères disponible par tête de bovin (SFDB)<sup>1</sup>** : indicateur, utilisé par FIFAMANOR pour classer les exploitations qu'ils encadrent ; trois catégories sont définies :
  - **SFDB de l'EA inférieur à 15 = peu de surfaces par bovin**
  - **SFDB de l'EA compris entre 15 et 30 = surface fourragère par bovin moyenne**
  - **SFDB supérieur à 30 = beaucoup de surfaces par bovins, ce qui correspond à la recommandation minimale de Fifamanor**
  - le **niveau génétique** du troupeau et principalement des vaches laitières (race et production laitière au pic de lactation),
- le **recours systématique, ponctuel ou inexistant à l'IA** (qui constitue un véritable investissement étant donné que le prix d'une IA est de 30 000 Ar (soit 50 litres de lait) par paille, tandis que le prix de la monte naturelle est de 10 000 Ar/monte),

<sup>1</sup> surface en cultures fourragères (en ares) / nombre de têtes de bovins du troupeau (en eqVL) ; une vache laitière compte pour 1 équivalent VL, les autres individus du troupeau (génisses, taurillons, veaux) comptent 0,25 eqVL,

- **l'achat ou non de concentrés** du type provende Feed Mill (produit par TIKO) ou drèches de brasserie (prix : feed mill : 750 Ar/kg, drèches : 120 Ar/kg),

Ce premier critère est complexe mais a un lien direct avec le système d'alimentation car il détermine :

- une production de fourrages cultivés sur l'exploitation, suffisante pour l'alimentation du troupeau ou non et dans ce cas, un recours à d'autres ressources fourragères (nature, quantité, sécurité),
- le recours important ou non, régulier ou non à l'achat de fourrages/concentrés,
- un niveau de production ciblé par l'éleveur (selon la race) et donc une alimentation correspondante,
- une volonté d'optimiser le système d'alimentation mis en place.

→ **un critère économique : la diversification des revenus de l'exploitation.** Cette diversification a un impact sur les systèmes d'alimentation en terme de **capacités d'achat** de concentrés, de fourrages et/ou **d'achat ou location** de surfaces dédiées aux cultures fourragères. On observe trois grandes situations :

- Les exploitations dont le revenu est généré uniquement par l'agriculture et l'élevage, avec des possibilités de diversification des productions: atelier porc, production maraîchère commercialisée, ...
- Les exploitations dont le revenu provient en partie d'une activité non agricole développée sur l'exploitation (noté : diversification « en interne »). Il s'agit par exemple d'une décortiquerie, station de monte, centre de collecte privé de lait, boutique vétérinaire. De plus, certaines de ces activités peuvent présenter des avantages vis-à-vis de l'atelier de production laitière.
- Les exploitations laitières dont le revenu provient en partie d'une activité off farm. (Noté : diversification « en externe »). Il s'agit, par exemple, d'une activité salariée ou d'une retraite.

### 3-1-2 Description des types.

Tableau n° 1 : Typologie des exploitations laitières de Betafo et ses environs

SFDB	Niveau d'utilisation d'intrants dans l'atelier bovin lait	Atelier lait prioritaire dans l'EA			Activité lait non prioritaire dans l'EA
		Revenu issu de l'Agr/élevage	Revenu diversifié « en interne »	Revenu diversifié « en externe »	
SFDB < 15	MN, pas d'achat de FM/D	Type 1	Type 3		
	IA, Achat de FM/D			Type 5	
15 < SFDB < 30	IA, Achat FM/D	Type 2	Type 4	Type 6	Type 8
	MN, pas d'achat de FM/D				
SFDB > 30	IA, Achat FM/D			Type 7	
	MN, pas d'achat de FM/D			Type 9	

*Légende : SFDB : la surface en cultures fourragères disponible par tête de bovin ; EA : exploitation agricole ; MN : monte naturelle ; IA : insémination artificielle ; FM : provende feed mill ; D : drèches de brasserie.*

Les exploitations du **type 1** possèdent peu de bovins (entre 0 et 2 VL) de race améliorée de première génération : zafindraony, croisé F1 zébu-PRN. Ils possèdent peu de terrain et cultivent peu de surfaces en cultures fourragères ce qui, malgré le faible nombre de têtes de bovins laitiers, entraîne une SFDB inférieure à 15 ares. Ils n'ont pas recours à l'achat de concentrés du type provende ou drèches, qu'ils considèrent trop chers, préférant valoriser les déchets et sous produits de leurs cultures.

Les exploitations du **type 3** se distinguent du type 1 par une diversification du revenu au travers d'une activité non agricole in situ. Ces éleveurs possèdent généralement des troupeaux bovins laitiers moyens, avec 2 à 3 vaches laitières de race améliorée de seconde génération : croisé F2 zébu-Pie Rouge Norvégienne PRN (dits ¾). Ils ont recours systématiquement à la monte naturelle, moins chère que l'IA. La SFDB est inférieure à 15 ares. Ils utilisent très peu ou pas de provende Feed Mill et de drèches de brasserie qu'ils considèrent trop chers, préférant valoriser les sous produits de cultures.

Les exploitations des **types 2 et 4** élèvent des vaches de race améliorée généralement pure (principalement PRN) ou croisé PRN\*Holstein. Plusieurs ont investi dans l'achat d'une ou de plusieurs vaches Holstein provenant de Nouvelle Zélande en 2006. Ils ont recours principalement à l'IA afin de poursuivre l'amélioration du potentiel de leurs vaches. Ces éleveurs ont investi dans des étables et parfois dans la

construction de silos de stockage (drèches). Les EA du type 2 pratiquent uniquement l'agriculture et l'élevage tandis que les EA du type 4 ont diversifié leur revenu en développant une activité extra agricole in situ. La SFDB est moyenne.

Les exploitations de **type 5** possèdent un atelier VL prioritaire dans l'exploitation et mais qui ne constitue pas la principale source du revenu de l'EA. En effet, il s'agit d'anciens salariés, actuellement retraités qui pratiquent l'agriculture et l'élevage. Installés récemment, ils se caractérisent par un manque de surfaces fourragères (SFBD < 15 ares). Leurs ressources financières permettent d'investir dans l'achat de concentrés et/ou fourrages si disponibles. Les troupeaux laitiers comptent aux alentours de 3 VL à génétique variable. Le recours à l'IA permet l'amélioration du potentiel de leurs vaches.

Les exploitations des **types 6 et 7** ont diversifié leur revenu au travers d'une activité salariée régulière. Les exploitations du **type 6** possèdent des troupeaux comptant en moyenne 3 VL, de race améliorée ¾ PRN à pure PRN. La SFDB est comprise entre 15 et 30 ares et est en cours d'augmentation, l'EA ayant la possibilité financière d'acheter ou de louer des terres. Elle investit aussi dans l'achat de concentrés du type FM et drèches et dans la pratique de l'IA. L'atelier vaches laitières de ces exploitations est en plein essor. Les exploitations du **type 7** ont souvent accès à des crédits. Elles possèdent des troupeaux comptant au minimum 6 vaches laitières, de race améliorée généralement pure (PRN, Holstein) ou PRN\*Holstein). Leur SFDB est supérieure à 30 ares. Le recours à l'IA permet de poursuivre l'amélioration du potentiel des vaches. Ces exploitations possédant les ateliers « bovin lait » les plus développés de la zone d'étude

Les exploitations de **type 8** possèdent un atelier VL qui n'est pas prioritaire dans l'exploitation. Leur revenu étant très diversifié, ils ont décidé de mettre l'accent sur une activité autre que la production laitière.

Les exploitations du **type 9** possèdent un atelier VL prioritaire dans l'exploitation. Leur SFDB est supérieure à 30 ares. Ils sont caractérisés par un éloignement géographique important de la ville de Betafo et un fort enclavement limitant leur accès aux centres de collecte, à l'achat de concentrés (provende FM/drèches) et à l'insémination artificielle malgré leur possibilité d'investissement.

Les exploitations du type 8, n'ayant pas comme priorité la production laitière au sein de leurs exploitations, n'ont pas été gardées pour la suite de l'étude. Elles n'utilisent pas leur potentiel en ressources disponibles, ne voyant, dans la production laitière, aucun intérêt majeur pour l'exploitation.

Les exploitations enquêtées de type 9 appartiennent à des éleveurs qui ont un statut social particulier : ils sont maires de leur village ou prétendent à ce poste et se veulent être des « modèles » dans leurs communautés. Ces exploitations n'ont pas été gardées pour la suite de l'étude car elles constituent des cas très ponctuels.

L'application de la clé typologique aux exploitations enquêtées figure en annexe P.

### **3-2 Systèmes de production : généralités**

#### **3-2-1 Le troupeau laitier**

##### **3-2-1-1 Mode d'exploitation des troupeaux laitiers**

Selon l'échantillon analysé de 28 exploitations laitières, les troupeaux laitiers se composent de **1 à 7 vaches laitières**. FIFAMANOR différencie trois catégories de troupeaux:

- les petits troupeaux : 0 à 2 vaches laitières
- les moyens troupeaux : 3 à 5 vaches laitières
- les grands troupeaux : plus de 6 vaches laitières.

Les troupeaux de plus de 10 vaches laitières sont rares. La figure 4 montre que la distribution des troupeaux selon le nombre de vaches laitières suit une loi normale autour d'une moyenne de 3. Cela confirme que l'échantillon restreint choisi pour l'étude des systèmes d'alimentation est représentatif de la diversité des exploitations laitières de la région.

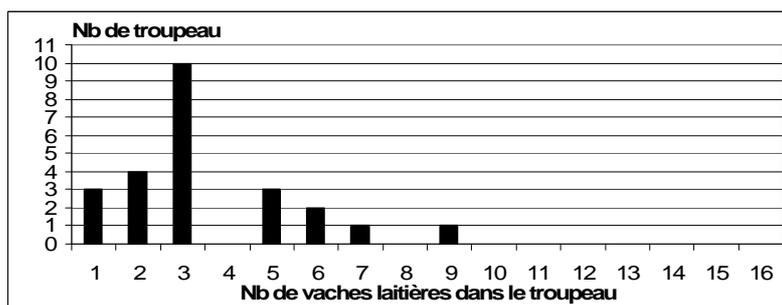


Fig.4 : Distribution des troupeaux selon le nombre de vaches laitières calculé sur un échantillon de 27 trpx.

Les vaches laitières (en moyenne 3) constituent environ 50% des individus du troupeau. La mortalité des vaches laitières est élevée (9%) tout comme celle des veaux (15%) (source enquêtes). Ces taux mettent en évidence les problèmes sanitaires au sein des troupeaux ainsi que le manque d'encadrement des troupeaux par des vétérinaires. La moyenne des intervalles vêlage-vêlage, calculée sur un échantillon de 30 vaches laitières, est comprise entre **16 et 17 mois** (cf. fig.5).

Nom VL	2006										2007						2008										
	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	juin	juillet	aout	sept	oct	nov	dec	janv	fev	mars	avril	mai	juin
V1						MB					IA							T		MB				s	IA		
V2							genisse						IA											MB			s
V3							IA									MB			s					IA			
V4							MB					IA								T			MB			s	
V5					IA								MB				s										T

Fig.5 : Calendrier de reproduction des VL du troupeau de J.P.

MB : mise bas, IA : insémination artificielle, T : tarissement, s : sevrage

Toutes les velles qui naissent dans le troupeau sont gardées, surtout si elles sont issues d'une insémination artificielle. Les jeunes mâles, quant à eux, sont vendus très jeunes (entre 2 semaines et 3 mois) dans la plupart des cas. Certaines exploitations gardent parfois des mâles pour en faire des bœufs de trait, beaucoup plus rarement pour en faire des reproducteurs (non rentable). En moyenne, la première mise bas des génisses a lieu à 30 mois (source : enquêtes).

Les données précédentes ont permis la réalisation d'un schéma d'exploitation (cf. fig.6)

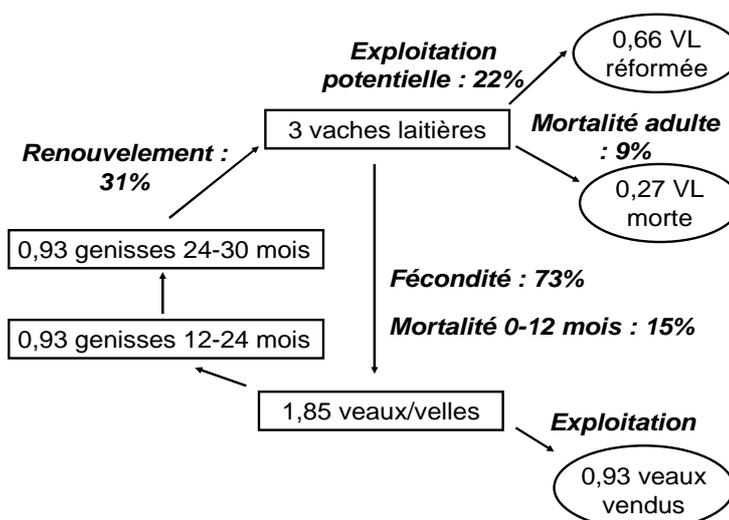


Fig.6 : Schéma de l'exploitation du troupeau laitier (à partir de l'étude de 18 troupeaux laitiers). (Hypothèse : équilibre démographique).

La taille moyenne du troupeau laitier est comprise entre **7 et 8 têtes de bovins** (cf. annexe Q). La taille du troupeau varie peu au cours d'une année, les variations étant principalement dues à la vente des veaux

mâles. Le troupeau moyen compte 1,85 génisses de 12 à 30 mois. Le taux de renouvellement est élevé (31%) ; il génère une moyenne d'âge du troupeau faible. En effet, rares sont les vaches laitières présentes dans les troupeaux ayant plus de 7 ans, ou alors c'est qu'elles ont une production laitière exceptionnelle. Plusieurs hypothèses socio-économiques peuvent expliquer ce taux de renouvellement élevé :

- garder toutes les génisses est une stratégie pour améliorer rapidement le potentiel laitier du troupeau, mais aussi une sécurisation face à un taux de mortalité des vaches laitières élevé (10%),
- les vaches et génisses de race améliorée constituent un capital sur pied, qui peut être mobilisé en cas de besoin d'argent pour acheter des terres (priorité de tout éleveur) ou pour alimenter la famille ; dans ce cas là, le taux de renouvellement élevé permet de compenser rapidement les ventes de VL. Dans certains cas, lorsque la somme d'argent nécessaire est moins importante, ce sont les génisses qui sont vendues,
- certaines vaches laitières sont sorties du troupeau et confiées à des proches du chef d'exploitation (famille, ami). La moitié de la recette du lait ainsi qu'un veau sur deux reviennent au propriétaire de la vache. Cette forme de métayage, très courante dans la zone d'étude, permet à un paysan sans capital d'exploiter une vache laitière et au propriétaire de la vache d'accroître son revenu sans avoir besoin d'augmenter sa surface fourragère. Cette stratégie est adaptée aux cas de contrainte foncière.

Bien que toutes les vaches soient gardées dans un troupeau, peu d'éleveurs sont dans une phase d'augmentation du cheptel laitier. Si on analyse la variation inter annuelle des effectifs, c'est plutôt la tendance inverse qui peut parfois s'observer. Cependant, la majorité des éleveurs semblent avoir gardé un troupeau fixe depuis quelques années (source : enquêtes), le nombre de vaches laitières résultant d'un équilibre entre ressources alimentaires disponibles, ressources achetées et prix du lait.

En ce qui concerne les bœufs de trait, deux tiers des exploitations étudiées n'en possèdent pas. Bien que leur alimentation soit plutôt basée sur le pâturage, ce qui n'est pas le cas des vaches laitières, ils constituent une certaine concurrence pour le troupeau laitier par rapport aux ressources fourragères disponibles (pailles, fourrages cultivés, herbes sauvages). Probablement pour cette raison, certains éleveurs font le choix de ne pas en posséder. Ils louent alors les zébus d'un autre éleveur en période de labour.

### 3-2-1-2 Génétique des troupeaux laitiers

On trouve dans la zone étudiée beaucoup de bovins laitiers de race améliorée, c'est-à-dire de race locale (zébus ou Zafindraony) croisée avec la Pie Rouge Norvégienne (PRN) (cf. fig.7). Les degrés de croisement sont très variés d'un troupeau à l'autre mais peu variés au sein d'un même troupeau.

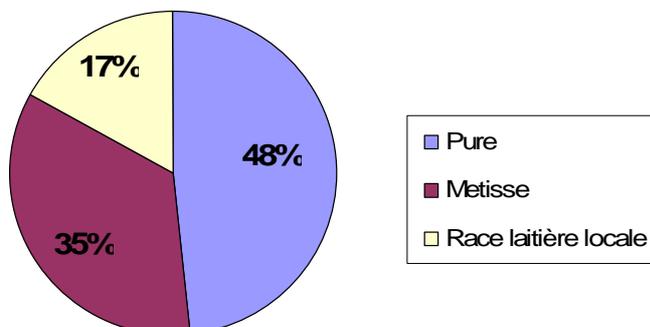


Fig.7 : Répartition des vaches laitières recensées par FIFAMANOR à Betafo selon leur race (2082 vaches recensées, soit environ 50% des VL de Betafo) (FIFAMANOR, 2007).

« Pure » : pur PRN, pur Holstein et plus de 7/8<sup>ème</sup> de sang pur ; « Métisse » : 1/2, 5/8 et ¾ de sang pur ; « Race laitière locale » : 3/8 et de degré de sang inconnu inférieur à ½ sang.

Certains éleveurs se sont lancés dans l'élevage de vaches Holstein depuis 2006 en achetant les génisses Holstein provenant de Nouvelle Zélande qui n'avaient pas été intégrées à la ferme TIKO. Par ailleurs un inséminateur « TIKO », inséminant principalement avec de la semence de race Holstein, a commencé à travailler sur la zone de Betafo il y a 3 ans. Très vite est apparue une « nouvelle » race : croisé PRN et Holstein. Elle est née de la volonté des éleveurs d'avoir un produit ayant la rusticité de la PRN et le potentiel laitier de la Holstein. Mais ce croisement a aussi pu se faire par défaut, le choix de la semence dépendant de la disponibilité de l'inséminateur au moment des chaleurs de la vache.

### 3-2-1-3 Reproduction au sein des troupeaux laitiers

Certains éleveurs pratiquent la monte naturelle, méthode « peu » coûteuse (10 000 Ar soit 4 €/monte) tandis que d'autres éleveurs préfèrent l'insémination artificielle, trois fois plus chère. **Aujourd'hui, l'amélioration génétique des troupeaux laitiers est assurée uniquement par l'insémination artificielle.** Les stations de monte, nombreuses il y a une dizaine d'année, possédaient toutes un taureau PRN de FIFAMANOR. Puis, lorsque FIFAMANOR a introduit l'insémination artificielle, initialement à des prix subventionnés, les éleveurs l'ont rapidement adoptée. Les stations de monte sont alors devenues peu rentables, les taureaux peu alimentés, tombaient malades et ne pouvaient plus assurer de monte. Petits à petits, les stations ont fermé. Mais aujourd'hui, le prix de l'IA a très fortement augmenté, ce qui la rend inaccessible pour certains éleveurs qui reviennent à la monte naturelle. L'absence de taureaux améliorés dans les campagnes les pousse à utiliser des taureaux croisés, entraînant une marche arrière dans le processus d'amélioration génétique.

Les éleveurs inséminent leurs vaches dès qu'elles présentent des chaleurs. Il n'y a **pas de maîtrise de la reproduction** de la part des éleveurs et donc pas de **planification de la période des mises bas**, par exemple pour faire coïncider le début de lactation avec la période où la ressource fourragère est abondante. Cependant, certaines exploitations vont présenter des mises bas relativement groupées, phénomène dû à l'alimentation : les vaches présentent des chaleurs en début de saison des pluies, lorsque la ressource devient plus abondante et plus riche au point de vu nutritif. C'est ce qu'illustre la figure 8 qui met en évidence les courbes de lactation des 5 vaches du troupeau de J.W.

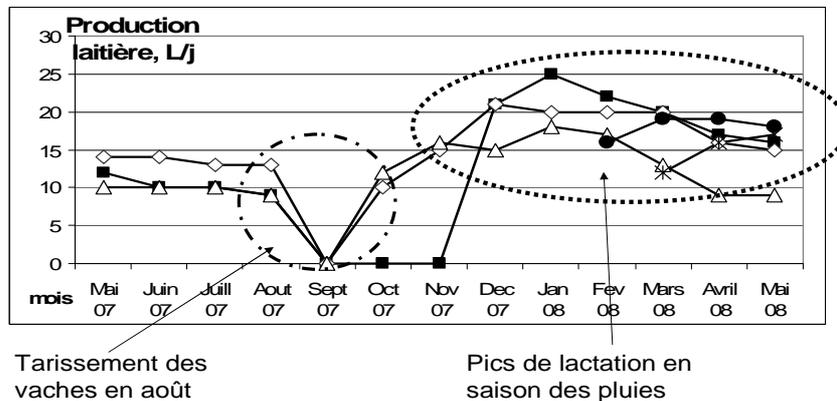


Fig.8 : Courbes de lactation de cinq vaches du troupeau de JW.

Si les chaleurs apparaissent en novembre-décembre (début de saison des pluies), et que la vache est inséminée à cette période-là, elle mettra bas en pleine saison sèche hivernale, et son début de lactation correspondra à une période où la ressource est moins abondante. L'optimisation technique du système pourrait passer par une insémination en avril-mai pour une mise bas entre janvier et février.

**Ce regroupement des mises bas à une période où la ressource est abondante ne convient pas nécessairement aux exploitations étudiées qui recherchent toutes en priorité un étalement de revenu sur toute l'année (cf. fig.9).**

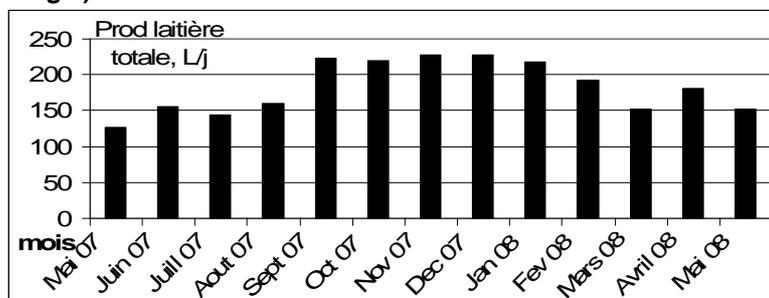


Fig.9 : Courbes de production laitière cumulée des 10 vaches d'un troupeau laitier de Betafo.  
Source : enquêtes propres.

Malgré l'étalement des mises bas sur toute l'année, due en partie au nombre de vaches laitières présentes dans le troupeau, on observe une **saisonnalité de la production laitière au sein du troupeau**. Elle varie de l'ordre de 50% entre la saison des pluies et la saison sèche.

**Avec pour objectif principal un étalement de la trésorerie sur toute l'année, les systèmes d'élevage laitiers mettent en place des stratégies de sécurisation du capital de production par un fort taux de renouvellement pour faire face : (i) au taux de mortalité élevé des vaches, (ii) à une décapitalisation nécessaire liée en partie aux risques sur les cultures et aux événements culturels (*Famadihama*). L'amélioration génétique des troupeaux est assurée par l'Insémination Artificielle, non accessible à tous. La reproduction n'est pas maîtrisée. La production laitière, malgré un étalement des mises bas, reste saisonnée.**

### 3-2-2 Systèmes de culture et ressources alimentaires mobilisées pour le troupeau laitier

#### 3-2-2-1 Les systèmes de culture

Les exploitations combinent les systèmes de culture irriguée sur rizières et les systèmes de culture pluviaux sur *tanety*. Les fourrages cultivés sont produits au sein des deux systèmes de cultures. Sous l'effet de la pression démographique, la jachère a été abandonnée dans la majorité des exploitations. Toutes les surfaces cultivables sont labourées et cultivées souvent plusieurs fois par an. Quelques assolements et calendriers culturels en annexe R illustrent le caractère intensif de ces systèmes de culture en terme de valorisation de la terre.

En **système irrigué sur rizières**, le riz est planté en saison des pluies suivi de cultures maraîchères (ex : carottes) et fourragères cultivées saison sèche (ex : avoine, ray grass).

En **système pluvial sur *tanety***, plusieurs cas de figure : :

- des cultures vivrières sont cultivées en saison des pluies, plantées en pur ou en association avec d'autres cultures vivrières (ex maïs/haricot/soja) ou avec des fourrages en fin de saison des pluies (maïs/avoine),
- des cultures à cycle court (pomme de terre) sont cultivées en saison des pluies, pouvant être suivies par des fourrages (maïs fourrager) plantés en milieu de saison des pluies (mars).
- des fourrages pluriannuels (*Pennisetum purpureum* variété kizozi, *Brachiaria ruziziensis*) sont cultivés sur plusieurs années.

#### 3-2-2-2 Les ressources alimentaires mobilisées

##### Le pâturage

Le recours au pâturage s'observe seulement dans les exploitations du type 1 (cf. annexe S). Dans de rares cas, le troupeau laitier pâture durant toute l'année sur deux types de surfaces :

- des *tanety* non cultivés, composés principalement d'*Aristida*, une herbe pauvre au point de vue nutritif,
- les restes de résidus de cultures dans les champs après la récolte des céréales (riz, maïs) durant les mois d'avril, mai.

**Les fourrages distribués à l'auge sont de trois types : fourrages cultivés, résidus de culture et herbes ramassées.**

Les **fourrages cultivés** sont principalement des graminées (cf. tableau n°2).

Tableau n°2 : Fourrages cultivés les plus répandus

Fourrage	Lieu de culture	Rotation avec	Période
Kizozi	Tanety		SP
Avoine, ray grass (pur ou en association)	Rizière	Riz	SS
Avoine (pur ou association avec maïs)	tanety	Maïs	Milieu de SP-début SS
Maïs fourrager	tanety	Maïs ou pomme de T.	Milieu de SP-début SS

Les fourrages cultivés sont **distribués en vert**, au fur et à mesure qu'ils sont coupés. Cela permet d'optimiser leur qualité et d'assurer un apport en azote non négligeable, nécessaire vu l'absence de légumineuses dans les assolements. Dans certaines zones « plus reculées » il existe un **marché des fourrages cultivés** (kisozi et avoine principalement, cf.annexe T). Dans les zones plus « laitières », ce marché des fourrages est inexistant, les éleveurs consommant l'intégralité de leur production.

**Les résidus de culture** sont principalement les **pailles de riz** (cf. annexe U). En effet, les pailles de maïs sont généralement peu appréciées par les vaches et servent souvent comme combustible. Le riz étant toujours prioritaire dans l'exploitation, et donc l'élément essentiel de l'assolement, la production de paille est régulière et importante. Ces pailles de riz constituent très souvent l'unique ressource utilisée pour le report de stock de biomasse pour la saison sèche. La paille est majoritairement stockée à la période de récolte du riz (avril-mai) puis distribuée en saison sèche hivernale (de juin à novembre) sans aucun traitement visant à améliorer sa valeur nutritionnelle.

« **L'herbe sauvage** » résulte de la coupe sur les bords des routes et des parcelles. Abondante et intéressante d'un point de vu nutritif en saison des pluies, elle devient sèche et rare en saison sèche. Cette herbe peut être ramassée par les mains d'œuvres de l'exploitation ou achetée.

**Les concentrés** distribués aux troupeaux laitiers sont de trois sortes :

- concentrés achetés du type provende Feed Mill (FM) et drèches de brasserie,
- les provendes artisanales fabriquées sur l'exploitation à partir de formules recommandées,
- les provendes artisanales fabriquées sur l'exploitation selon des recettes « maison »

Les éleveurs achètent essentiellement de la **provende Feed Mill** produite par TIKO et les **drèches de brasserie** produites par STAR (cf.tableau n°3).

Tableau n°3 : avantages et inconvénients des concentrés achetés

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>- l'affranchissement des saisons et des aléas climatiques,</li> <li>- l'utilisation, selon l'éleveur, d'un aliment « équilibré », « riche », qualitativement stable sur toute l'année et très intéressant pour la production laitière dans le cas des drèches,</li> <li>- le prix d'achat de la provende FM est déduit du paiement du lait par TIKO (pas de mobilisation de trésorerie)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- des dépenses importantes : 450 à 500 Ar/kg (achat en gros), presque le double chez le détaillant,</li> <li>- des pénuries, régulières pour les drèches et non prévisibles pour la provende FM,</li> <li>- l'impossibilité de faire des stocks pour la provende FM, la distribution étant gérée par le centre de collecte TIKO et une possibilité de stockage limitée pour les drèches sur environ 3 mois.</li> </ul>

Les **provendes « artisanales »** sont préparées par l'éleveur à partir d'un mélange de patates douces, pommes de terre, manioc complétés par des carottes et du son de blé, légèrement cuits et servis sous forme de « bouillie » aux vaches (cf. annexe T). Cette méthode d'alimentation (appelée « ancestrale » par les éleveurs) mobilise principalement des matières premières produites sur l'exploitation. Elle peut s'avérer intéressante au niveau des coûts de production, reste à voir si elle est nutritive.

**La nature des fourrages distribués est étroitement liée aux saisons car les éleveurs ne réalisent pas de report de stock en dehors des pailles de riz. En effet, ils ne produisent ni foin, ni ensilage. Pour les concentrés, ils ne dépendent de la saison que dans le cas d'une provende artisanale (utilisant les produits de l'exploitation). La distribution de provende FM ou de drèches est néanmoins liée aux possibilités du marché et au niveau de trésorerie à un moment donné si aucun stock préalable n'est réalisé. Vu les contraintes foncières, les ressources disponibles dans les exploitations sont bien valorisées, que ce soit la terre (pas de jachère, cultures continues, association de cultures), la biomasse fourragère (résidus de récolte, bord de parcelles) ou l'excédent des cultures vivrières pour fabriquer des provendes artisanales.**

**Un élément illustrateur d'un manque de fourrages: les pailles de riz étant destinées à l'alimentation, les éleveurs ne peuvent utiliser que les balles de riz (« que les vaches ne mangent pas ») et les maigres refus pour faire une litière dans la stabulation.**

### 3-3 Analyse fonctionnelle des systèmes d'alimentation.

#### 3-3-1 Un raisonnement de l'alimentation par lot selon des besoins ciblés par l'éleveur.

Les rations distribuées dépendent des besoins « ciblés » par l'éleveur pour les vaches. Les éleveurs raisonnent l'alimentation du troupeau **par lot, un lot correspondant à un ensemble d'animaux ayant le même niveau de besoins alimentaires**. Une vache change de lot quand ses besoins augmentent ou diminuent selon l'éleveur. Les éleveurs définissent en effet, empiriquement et/ou selon leurs connaissances, des périodes à forts, moyens et faibles besoins pour les vaches. La figure 10 présente les besoins ciblés (forts, moyens, faibles) par les éleveurs pour leurs vaches laitières.

Eleveur	Calendrier mensuel																
C.		T		MB						IA					T		MB
D.		T		MB						IA					T		MB
S.	T			MB						IA				T			MB
J.P.		T		MB						IA					T		MB
J.	T			MB						IA					T		MB
J.D.		T		MB						IA					T		MB
J.W.		T		MB						IA					T		MB
R.	T			MB						IA					T		MB

Fig.10 : Comparaison des niveaux de besoins des vaches laitière selon les éleveurs, avec un intervalle vêlage-vêlage théorique de 14 mois.

En blanc : faibles besoins, en gris clair : besoins moyens, en gris foncé : forts besoins.  
MB : mise bas ; IA : insémination artificielle ; T : tarissement

Pour les vaches laitières, certains éleveurs distinguent uniquement deux périodes (C., D., S.) :

- la période où la vache est **en production**, qui correspond à des besoins forts (parfois le dernier mois de gestation est considéré comme à fort besoins pour la vache),
- la période où la vache est **en tarissement**, qui correspond à des besoins faibles.

D'autres distinguent trois périodes (J.D., J.W., R.) :

- la période où la vache **démarre sa lactation** (du vêlage au 5<sup>ème</sup> ou 6<sup>ème</sup> mois de lactation) qui correspond à des besoins forts,
- la période où la vache est en production, phase descendante de la courbe de lactation (du 7<sup>ème</sup> mois de lactation au tarissement) qui correspond à des besoins moyens,
- la période où la vache est en tarissement qui correspond à des besoins faibles.

Certains éleveurs, comme J.P., considèrent que les besoins de la vache sont forts et constants pendant toute la lactation, ensuite les besoins deviennent faibles en période de tarissement, puis « moyens » au dernier mois de gestation.

Exemple d'allotement chez J.W. :

Lots	Besoins	Stades physiologiques	Fourrages (%)	Concentrés (%)
1	Forts	VL Lactation 0 à 5 mois	100	100
2	Moyens	VL Fin lactation (>5 <sup>ème</sup> mois)	100	50
3	Faibles	VL Tarissement	75	0
4	Très faibles	Veaux/velles	20	5

**Ce qui varie entre les différents lots de vaches laitières, et plus généralement entre les différents lots du troupeau, c'est :**

- uniquement **la quantité pour les fourrages**,
- principalement la quantité mais aussi la nature des concentrés distribués. En effet, généralement, l'éleveur ne distribue pas de drèches aux vaches tarées, ni aux génisses et aux veaux/velles.

### 3-3-2 Deux exemples de calendriers pour montrer la complexité des systèmes d'alimentation.

Le **nombre de séquences** composant les calendriers d'alimentation étudiés est généralement **élevé**, quel que soit le stade physiologique de l'animal. La figure 11 présente un des calendriers d'alimentation possédant le nombre de séquences le plus élevé parmi les cas étudiés (éleveur D., type 3) tandis que la figure 12 présente à l'inverse, le calendrier d'alimentation qui présente le nombre de séquences le moins élevé (éleveur JW, type 2).

	2007							2008					
	J	Juill	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J
Pailles de riz													
Tiges et feuilles de maïs													
Herbe ramassée													
Maïs en vert													
Kisozi													
Avoine (rizières)													
Avoine (tanety)													
Maïs fourrager													
Radis fourrager													
Pomme de terre													
Carottes													
Patates douces													
Son de blé													
Soja													
Manioc													
Séquences	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S1		

Fig.11 : Calendrier d'alimentation mis en place par D pour une VL à haute production., S : Séquence.

	2007							2008					
	J	Juill	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J
Pailles de Riz													
Kisozi													
Herbe ramassée													
Avoine/RG (intersaison)													
Avoine/RG (contre saison)													
Trèfle													
Maïs fourrager													
Feed Mill													
Provende fabriquée													
Drèches													
Séquences	S1	S2	S2	S3	S4	S4	S5	S5	S6	S6	S1		

Fig.12 : Calendrier d'alimentation mis en place par J.W. pour une VL à haute production. S : Séquence.

Le calendrier de J.W. présente tout de même 6 séquences pour les 12 mois étudiés. La variation de séquence est induite chez cet éleveur uniquement par l'apport en fourrage qui varie selon la saison, les concentrés étant achetés toute l'année. Le calendrier de D. présente quant à lui 10 séquences pour les 12 mois étudiés. Chez D., toutes les composantes de la ration varient selon les séquences. La ration varie quasiment tous les mois. Le pas de temps choisi pour l'étude (le mois) est même trop grand et ne permet pas de déceler les changements qui ont lieu au cours de certains mois. D. investit de l'argent et du temps de travail dans la culture de parcelles qui produiront de la ressource fourragère durant un mois seulement.

Plus une exploitation développe son élevage laitier, plus elle diminue le nombre de séquences au sein du calendrier d'alimentation du troupeau, en essayant de s'affranchir au maximum des saisons et en stabilisant la qualité de la ration distribuée tout au long de l'année. La pluractivité (agricole et non agricole) de certaines exploitations donne de la **souplesse** à ces systèmes d'alimentation de par les destinations multiples possibles d'un aliment : dans le cas de D. (fig.11), les pommes de terre sont destinées à la vente, à l'alimentation de la famille et des bovins laitiers. En année favorable, si les prix sur les marchés sont peu intéressants, la majorité des pommes de terres peut être distribuée aux bovins. Il en va de même des carottes qui souvent sont mieux valorisées par les vaches laitières que sur le marché (entre 90 et 100 Ar/kg).

Les systèmes d'alimentation mis en place par les éleveurs sont donc complexes. Mis à part la paille de riz, aucun report de stock fourrager n'est réalisé. Ces éleveurs ont donc mis au point des systèmes d'alimentation basés sur une intégration agriculture-élevage poussée, avec une forte diversité d'aliments distribués aux animaux au sein de chaque exploitation et une ration qui peut varier à l'échelle du mois voire de la semaine.

La fragilité de ces systèmes d'alimentation, dépourvus de stocks excepté la paille de riz et fonctionnant semble-t-il à flux tendus au niveau de l'alimentation, est compensée par la grande diversité des ressources utilisées dans l'alimentation des vaches laitières. En cas d'incident sur un type de culture (valorisée directement en fourrage ou après la récolte sous forme de résidus), l'éleveur peut se rattraper sur les autres cultures en place. C'est sans doute le système le moins risqué, mais pas le plus efficace en terme de production : la ration varie beaucoup qualitativement et quantitativement influençant ainsi la production laitière

### 3-3-3 Découpage fonctionnel de l'année.

L'analyse des systèmes d'alimentation met en évidence un découpage fonctionnel du calendrier, utilisé par les agriculteurs et lié aux travaux agricoles et au cycle des cultures vivrières (cf. fig.13).

Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Saisons climatiques	Saison des pluies				Saison sèche froide					Saison des pluies		
Saison pratiques	Saison				Inter-saison	Contre saison			"Soudure"		Saison	

Fig.13 : Découpages du calendrier en saisons climatiques et en saisons pratiques.

### 3-3-4 Deux exemples de systèmes d'alimentation contrastés

#### ➤ Un système d'alimentation « traditionnel » basé sur le pâturage

J. est un éleveur du type 1. Cette petite exploitation, possédant moins de 1 ha (*tanety* : 80% + rizières : 20%) destine seulement 8% de ses *tanety* cultivés en saison et 15% de ses rizières cultivées en contre saison aux fourrages cultivés (cf. tableau n°4). Tout le reste est occupé par des cultures destinées principalement à la consommation de la famille, et pouvant être en partie vendues ou distribuées au troupeau laitier.

Tableau n°4 : Assolement 07-08 de J.

	<b>Cultures en saison</b>	<b>Cultures en intersaison et contre saison</b>
Rizières	Riz (15 ares)	Avoine/ray grass (1,5 ares)
	Maïs, maïs/haricot/soja, maïs/tarot (50 ares)	Avoine (4 ares)
		Pomme de terre (7,5 ares)
		Orge (5 ares)
<i>Tanety</i>	Patates douces (5 ares)	Patates douces (5 ares)
	kizozi (50 ares)	Carottes (4 ares)
		Pomme de terre
		Choux (2 ares)
		Avoine (3 ares)
		Radis fourrager (1,5 ares)

Bien que possédant un troupeau réduit (5 bovins dont 2 vaches laitières), la surface en culture fourragère disponible par tête est faible (4 ares). J. compense sa faible production en fourrages cultivés et en résidus de culture (petite surface en riz) par le recours au **pâturage** et à l'**herbe ramassée** (coupée sur les bords des parcelles et des chemins) et ce toute l'année, malgré une forte baisse de qualité de l'herbe en saison sèche.

- **Fourrages cultivés** (fig.14) : J. distribue principalement du kizozi en saison, et de l'avoine et ray grass en contre saison (distribués de juillet à octobre). Entre la fin de saison et la contre saison, J. cultive du maïs et

du radis fourragers qu'il distribue tous les jours en juin et début juillet, complétés éventuellement par des feuilles de chou (pas belles, enlevées avant la vente).

- **Résidus de récolte** (fig.14) : récoltées en avril-mai, les pailles de riz et de maïs sont stockées pour être distribuées en saison sèche et surtout en période de soudure (octobre-novembre) où elles sont complétées par les pailles d'orge.

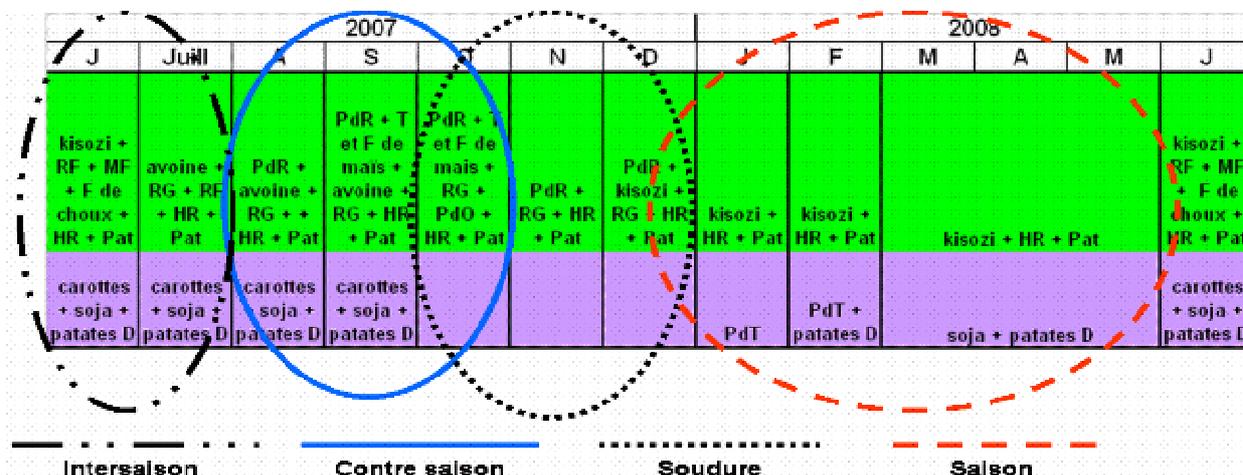


Fig.14 : Analyse du calendrier d'alimentation 2007-2008 de J.

- **Concentrés** (fig.14) : J. fabrique une provende artisanale à base de soja et de patates douces produits sur l'exploitation, complétée, en tout début de lactation (1<sup>er</sup> mois) par du son de blé acheté. En saison intermédiaire et en contre saison, cette provende est complétée tous les jours par des carottes, ce qui relève la valeur alimentaire de la ration, à base d'herbes de mauvaise qualité. En période de soudure (2 à 3 mois entre octobre et décembre), à cause du manque de matières premières, aucune complémentation, que ce soit sous forme de provende artisanale ou de tubercules, n'est réalisée. C'est donc une **période critique** du calendrier d'alimentation : l'herbe (pâturée et ramassée) est de faible valeur alimentaire et en quantité de plus en plus rare, et aucune complémentation n'est réalisée pour compenser la faible qualité nutritive des pailles de riz.

➤ **Un système d'alimentation basé sur les fourrages cultivés et l'achat de concentrés.**

J.W. est un éleveur du type 2. Cette exploitation moyenne (1,5 ha dont 50% de rizières) destine 63% des tanety cultivés et 100% des rizières cultivées en contre saison à la culture de fourrages. Cf tableau n°5. Le reste est occupé en partie par la culture de matières premières pour la provende des porcs.

Tableau n°5 : Assolement 07-08 de J.W.

	<b>Cultures en saison</b>	<b>Cultures en intersaison et contre saison</b>
Rizières	Riz (70 ares)	Ray grass / avoine (70 ares)
Tanety	Maïs, maïs/haricot, maïs/soja, maïs/arachide (30 ares)	Ray grass / avoine (4 ares)
	kizozi (50 ares)	Maïs fourrager (15 ares)
		Trèfle (20 ares)

J.W. dispose de 26 ares de fourrages cultivés par tête de bovin. Le troupeau est en stabulation permanente.

- **Fourrages** (fig.15): La ration de base en saison : kisozi + herbe ramassée devient en contre saison : avoine/ray grass + trèfle/kisozi + herbe ramassée. Le maïs fourrager cultivé sur tanety (faible production) est distribué en intersaison ; des coupes précoces sur l'avoine ray grass permettent de sécuriser partiellement cette même période. Les semis décalés d'avoine ray grass et les restes de trèfle/kizozi permettent à J.W de passer la soudure sans difficulté. Enfin, la paille de riz récoltée en avril est stockée pour être distribuée dès l'intersaison jusqu'à la fin de la soudure, qu'elle permet de sécuriser.

- **Concentrés** : J.W. achète de la provende feed mill et des drèches de brasserie toute l'année, ce qui lui permet d'être totalement indépendant des saisons.

Pour JW, la période critique d'alimentation est l'intersaison (mai-juin), quand décline la qualité de l'herbe ramassée et que les fourrages de contre saison, plantés après la récolte du riz, ne sont pas encore en montaison. Les premières coupes d'avoine/ray grass en mai-juin sont maigres, tout comme la production de maïs fourrager (sur tanety). J.W. souligne des chutes de productions laitières à cette période.

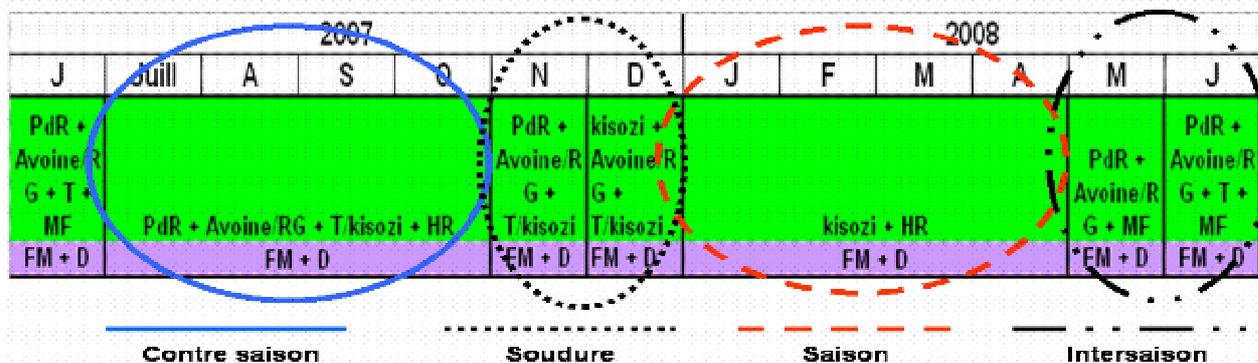


Fig.15 : Analyse du calendrier d'alimentation 2007-2008 de J.W.

Tous les calendriers d'alimentation étudiés figurent en annexe V.

### 3-3-5 Synthèse

Les systèmes étudiés présentent un **déficit en fourrages** : le manque de fourrages produits sur l'exploitation est compensé par les herbes ramassées principalement mais aussi, dans certains cas, par le pâturage.

La **paille de riz** joue un rôle important dans tous les systèmes d'alimentation. Même si elle est pauvre qualitativement, elle permet de remplir le rumen et donc de valoriser un apport en concentrés notamment azotés (drèches, ...). Le système d'alimentation est donc fortement dépendant de la place (surface) et des performances de la riziculture (rendement, régularité) dans l'exploitation.

De manière générale, les périodes critiques du calendrier d'alimentation des troupeaux laitiers sont les périodes de transition : principalement la période soudure (octobre-novembre) mais aussi l'intersaison (mai-juin), c'est à dire les périodes où le fourrage de saison de pluies/contre saison s'épuise et où le fourrage de contre saison/saison des pluies n'a pas encore assez poussé pour être suffisamment exploité. La prépondérance du riz dans l'assolement en est une des raisons principales. Mais ces périodes critiques ont tendance à s'allonger. En effet, avec les retards fréquents du début de la saison des pluies, c'est tout le calendrier agricole centré sur la riziculture qui se décale. Le riz, semé en retard et donc récolté en retard entraîne un semis des cultures de contre saison retardé. Leur pousse est limitée par l'arrivée du froid, ce qui retarde les premières coupes et limite l'étalement sur la période hivernale.

**Cette analyse qualitative permet de mettre en évidence 4 grands systèmes d'alimentation :**

- S1 : un système d'alimentation basé sur le pâturage et l'herbe ramassée avec un faible apport en concentrés, (Type 1),
- S2 : un système d'alimentation basé sur les résidus de culture complété par des tubercules destinés initialement à la vente, (Type 3)
- S3 : un système d'alimentation basé sur les fourrages cultivés complétés par un apport important de concentrés achetés (Types 2, 5 et 7)
- S4 : un système d'alimentation basé sur l'achat de fourrages et des concentrés, complétés par des fourrages et concentrés produits sur l'exploitation, (Types 4 et 6).

### **3-3-6 Stratégies mises en oeuvre par les éleveurs pour « passer » la soudure et l'intersaison.**

Tableau n°6 : stratégies mises en place pour gérer les périodes critiques, soudure et intersaison.

<b>Péριο de critique</b>	<b>Stratégies</b>	<b>contraintes</b>
<b>Soudure stratégie 1</b>	Semer plus tard une partie des fourrages de contre saison sur rizières irriguées	dès le mois d'oct ou nov, ces rizières sont labourées pour la culture du riz.
	Distribution des pailles (principalement de riz)	- si les pailles ne sont pas traitées (à l'urée), leur qualité est médiocre, - si le stock de riz est utilisé trop tôt, c'est-à-dire dès la fin de la saison des pluies, il doit être complété par des achats importants pour suffire jusqu'à la fin de la soudure - s'il ne peut pas être complété par des achats, les pailles de riz doivent être distribuée tardivement
<b>Soudure stratégie 2</b>	Production d'ensilage de maïs en fin de SP	mobilise du maïs (culturellement destiné à l'alimentation des humains), de la technicité, de l'argent.
	Foin d'herbes ramassées (HR)	- doit être réalisé en saison sèche, - mobilise de l'argent et de la main d'œuvre, car il faut aller chercher loin l'HR à une période où elle est peu abondante.
	Distribution de tubercules	- étant récoltée en avril-mai-juin, il faut les stocker dans des conditions optimales, - problème d'infestation par les insectes - si le prix est intéressant sur le marché, ils seront destinés à la vente
	Produire du maïs fourrager en contre saison	- doit être cultivé sur tanety humides en contre saison car les rizières sont occupées.
<b>Intersaison</b>	Semer plus tôt les fourrages de contre saison sur rizières	la date de semis dépend de la date de récolte du riz, qui dépend des pluies, et de la capacité de l'agriculteur a labourer/semier vite
	Semis de culture à cycle court en intersaison (ex : avoine semée en mars en intercalaire avec le maïs)	
	Distribution de tubercules suite à leur récolte (pomme de terre, carottes)	limite l'entrée d'argent issu de la vente de ces tubercules,
	Distribution des pailles (principalement de riz)	compromet les périodes de soudure

### **3-4 Analyse quantitative des systèmes d'alimentation à l'échelle de l'animal.**

Afin de pouvoir analyser les données de façon quantitative, il faut s'assurer de la cohérence des données récoltées. Pour chaque type de ressource alimentaire, une comparaison entre la quantité produite + achetée et la quantité distribuée totale a été réalisée. Cf annexe W. Cette vérification de la cohérence des données quantitatives récoltées pour les 8 exploitations étudiées élimine l'exploitation de R. (type 7), dont les données sont incohérentes. Pour le reste de l'étude, les données quantitatives récoltées auprès des types 1 à 6 sont considérées comme fiables.

L'éleveur J.W. (type 2) a été choisi comme exemple pour illustrer la manière dont les données quantitatives ont été analysées à l'échelle de l'animal. Pour chaque vache, nous avons comparé (fig.16) :

- la production permise par la ration distribuée,
- la production laitière réelle (pour les éleveurs inscrits au contrôle laitier de FIFAMANOR),
- et la production laitière potentielle (en fonction de la race, du poids).

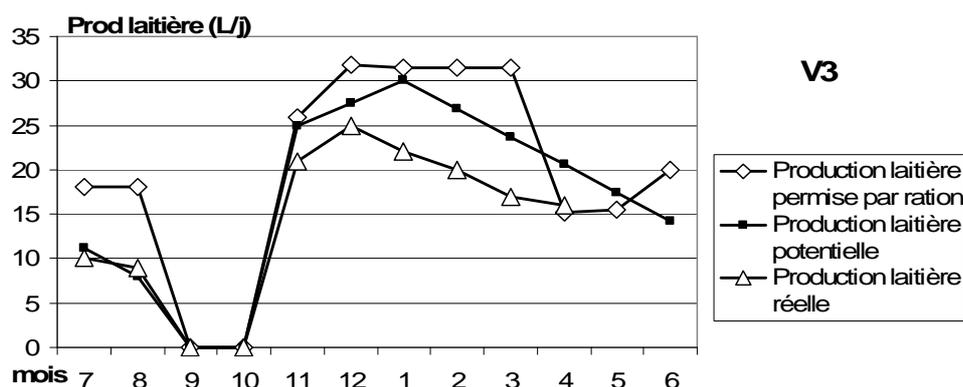


Fig.16 : Courbes de lactation réelle, potentielle et permise par l'alimentation ingérée d'une vache laitière pure PRN du troupeau de J.W. (type 2).

### 3-4-1 Comparaison entre la production laitière permise par la ration ingérée et la production laitière réelle.

Dans le cas de cette vache de J.W. (fig.16), la production laitière permise par la ration ingérée suit la tendance de la production laitière réelle tout en étant généralement au-dessus de la courbe de production laitière réelle sur la période étudiée. En dessous de cinq litres d'écart, celui-ci ne sera pas jugé significatif. En effet, les facteurs suivants peuvent expliquer cet écart :

- les valeurs nutritionnelles des aliments considérées (variant selon la zone et l'exploitation),
- les rations déclarées par l'éleveur,
- les hypothèses prises pour les calculs réalisés par le tableur :
  - travail sur un pas de temps d'un mois,
  - ration ingérée déduite du dépassement ou non de la capacité d'ingestion,
  - hypothèses appliquées lorsque la capacité d'ingestion est dépassée,
  - un poids moyen pour les vaches de race améliorée.

Le fait que la courbe de production laitière permise par la ration soit largement au-dessus de la courbe de production laitière réelle signifie qu'une partie de l'alimentation ingérée **n'est pas valorisée. Excepté le type 1, ce constat peut être appliqué à tous les types durant au moins une partie de l'année.**

Plusieurs hypothèses peuvent expliquer cette non valorisation d'une partie de la ration :

#### → Problèmes observés au démarrage de la lactation

L'observation des courbes de lactation réelles des 3 vaches multipares du troupeau de J.W. (V1 en fig.17, V2 en fig.18 et V3 en fig.16) montre que les démarrages de lactation semblent être problématiques : les pentes de courbe sont faibles en début de lactation par rapport aux courbes potentielles, la production laitière diminue au 3<sup>ème</sup> mois de lactation pour augmenter de nouveau au 4<sup>ème</sup> mois de lactation (fig.18).

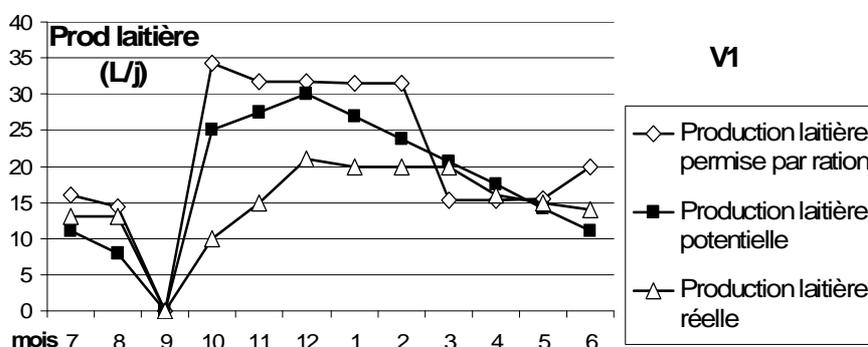


Fig.17 : Courbes de productions potentielle et réelle de la vache V1, pure PRN

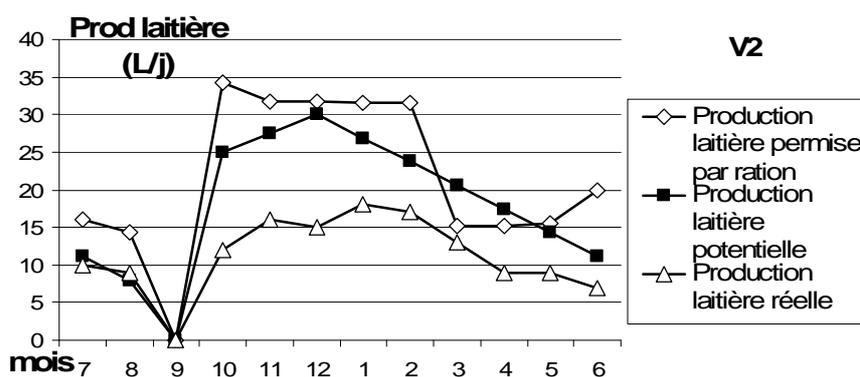


Fig.18 : Courbes de productions potentielle et réelle de la vache V2, pure PRN

Ces problèmes au démarrage de la lactation, qui ne sont pas rattrapables par la suite, peuvent être dus à l'insuffisance des réserves corporelles à la mise bas. La reconstitution des réserves corporelles, qui idéalement s'effectue à partir du 7<sup>ème</sup> mois de lactation, est sans doute insuffisante. En effet, les 7<sup>ème</sup> et 8<sup>ème</sup> mois de gestation coïncident avec l'intersaison, période critique du calendrier d'alimentation de J.W. (cf. partie 3-2-2-4).

D'ailleurs, les courbes de production laitière permise par la ration des vaches V1, V2 et V3 (cf. fig.17, 18 et 16) chutent brutalement et passent en dessous de la courbe de production laitière potentielle à cette période (mars-avril-mai). Cela traduit une diminution des apports en énergie et en azote ou un déséquilibre dans la ration à cette période.

**Ces problèmes au démarrage de lactation s'observent aussi pour les vaches appartenant à tous les autres types étudiés.**

**→ Problèmes sanitaires**

Une vache n'est pas en condition de valoriser à l'optimum la ration qui lui est distribuée si elle est parasitée, malade ou exposée à de nombreux risques sanitaires.

**→ Une capacité d'ingestion non satisfaite**

Certains éleveurs, comme J.W. (Types 2, 3, 5 et 6) distribuent des rations qui ne satisfont pas la capacité d'ingestion de l'animal. Une capacité d'ingestion non satisfaite permet-elle une valorisation optimale de la ration ingérée ?

**→ Un ordre de distribution ne favorisant pas l'ingestion**

D'autres éleveurs distribuent des rations où il y a du refus de la part des animaux (Type 4). Dans ce cas, on peut se demander si l'ordre de distribution favorise l'ingestion et s'il permet une relance régulière de l'appétit? En effet, les aliments appetés donc ingérés en priorité ne sont pas toujours les plus intéressants en terme de couverture de besoins. Les refus sont principalement constitués des pailles, selon les éleveurs ; celles-ci sont revalorisées pour alimenter les génisses ou mélangées au fumier.

**L'analyse des rations des éleveurs étudiés montre que, pour tous les types, c'est l'énergie qui est limitante alors que l'équilibre PDIN-PDIE est respecté. L'azote est principalement apporté par les fourrages coupés en vert très jeunes et les drèches.**

**Tous les types, excepté le type 1, ne permettent pas une valorisation optimale de la ration ingérée par la vache, au moins à une période de l'année. Une amélioration des conditions sanitaires ainsi qu'un meilleur encadrement des troupeaux par des vétérinaires (ou auxiliaires de santé) permettrait de mieux valoriser l'alimentation ingérée. De même un calendrier d'alimentation favorisant la reconstitution des réserves corporelle à partir du 7<sup>ème</sup> mois de gestation, assurerait un bon état à la mise bas, période délicate dont dépend la lactation.**

### **3-4-2 Comparaison de la production laitière permise par ration ingérée et production laitière potentielle.**

La production laitière potentielle a été déterminée selon la race et le poids, d'après des données du contrôle laitier de Fifamanor dans la zone étudiée et à dire d'experts.

La courbe de production laitière permise par la ration est généralement au-dessus de la courbe de production laitière potentielle. L'éleveur cible donc une production laitière pour chaque vache proche de son potentiel. Cependant l'écart entre ces deux courbes varie selon les vaches d'un même troupeau. En effet, dans le cas de la vache V3 de J.W. (fig.16), les courbes de lactation permise par la ration ingérée et potentielle sont « proches » sur la période octobre-mars. Pour la vache V1, ce constat a lieu pour la période juillet-septembre cf. fig.17. Les vêlages des vaches de J.W. étant groupés, elles appartiennent aux mêmes lots sur toute l'année.

J'en conclus que l'éleveur **raisonne le rationnement par lot** et par le choix d'un **animal pilote** sur lequel il base la ration. L'animal pilote n'est pas le « meilleur » du troupeau. Cette stratégie, appelée aussi **tactique alimentaire**, permet d'optimiser la production laitière de la majorité des vaches du troupeau tout en restant rentable.

**Le raisonnement de l'alimentation par lot peut s'observer chez les éleveurs des types 2, 4 et 6. On peut se demander pourquoi l'éleveur ne raisonne pas l'alimentation par individu, vu le faible nombre de vaches laitières au sein des troupeaux. On peut supposer que raisonner l'alimentation par lot facilite la planification des surfaces cultivées en fourrages et des achats.**

### **3-4-3 Comparaison des performances et valorisation du potentiel laitier**

La comparaison des courbes de production laitières réelles et potentielles permet de diagnostiquer les performances, à l'échelle de l'animal, de chaque type d'éleveurs. Après vérification de la cohérence des données entre les productions laitières au pic et totale par lactation déclarées par l'éleveur, les productions totale déclarée et potentielle ont été comparées pour chaque vache (cf.annexe X). Il en résulte le graphique suivant (Fig.19).

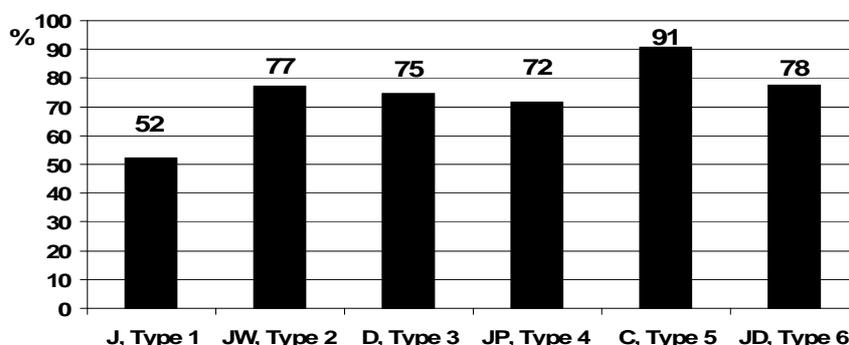


Fig.19 : Valorisation des potentiels laitiers selon les types

La majorité des vaches des éleveurs étudiés présentent des productions totales correspondantes à 70 voire 80% du potentiel (types 2, 3, 4 et 6). Les éleveurs du type 5 ont les meilleures performances en terme de valorisation du potentiel laitier de leurs vaches (91%). Au contraire, les éleveurs du type 1 présentent les moins bonnes performances (50% du potentiel).

### **3-5 Analyse quantitative des systèmes d'alimentation à l'échelle du troupeau : Bilans annuels et comparaison des performances des 7 exploitations**

#### **3-5-1 La composition de la ration.**

La composition des rations a été analysée pour les 7 systèmes d'alimentation étudiés de façon quantitative. La part en fourrages et en concentrés varie beaucoup d'une exploitation à une autre. La majorité des éleveurs (types 3, 4, 5 et 6) distribuent des rations composées de 60 à 85% de fourrages (en MS ingérée),

avec des minimums ne passant pas en dessous de 50% (cf. tableau n°7). Les rations distribuées aux vaches de J. (Type 1) sont composées en moyenne à 90% de fourrages, avec des minimums ne passant pas en dessous de 59% (cf. tableau n°7). Ces rations, dominées par les fourrages prélevés principalement au pâturage, ne couvrent pas les besoins des vaches laitières, d'où la faible valorisation (51%) d'un potentiel laitier moyen de vaches de race zafindraony (métisses).

Tableau n°7 : Part en fourrages et en concentrés des rations analysées pour les 7 exploitations étudiées (en % de matière sèche ingérée).

%	Type	Fourrages			Concentrés		
		Min	Max	Moyenne	Min	Max	Moyenne
J.	1	59	100	90	0	41	10
J.W.	2	32	100	52	0	68	48
S.	3a	58	100	75	0	42	25
D.	3b	54	75	61	25	46	39
J.P.	4	48	100	66	0	52	34
C.	5	60	90	73	10	40	27
J.D.	6	71	93	83	7	29	17

Chez JW, la part de concentrés, en moyenne 48% de la ration, peut aller jusqu'à 68% (en MS ingérée). Cela entraîne probablement des problèmes d'acidose chez ces vaches, cependant, l'éleveur déclare que ces vaches n'ont pas de problèmes de santé

Les proportions des différents types de fourrages (pâturage, herbe ramassée, fourrages cultivés et résidus) dans les rations varient beaucoup d'un type d'exploitation à un autre. Les exploitations du **type 1** basent leur apport en fourrages à la fois sur l'herbe ramassée, les fourrages cultivés et le pâturage dans des proportions semblable (20 à 37%). Les **types 2, 4 et 6** vont baser leur apport en fourrage sur les fourrages cultivés. Le type 2 se démarque des autres par le fait que 70% des fourrages distribués sont des fourrages cultivés. Baser l'apport en fourrages sur les fourrages cultivés permet de distribuer des fourrages d'excellente qualité à ses vaches et d'être indépendant « de l'extérieur », s'affranchissant ainsi des variations de qualité dues aux saisons.

Les éleveurs de **type 5**, possédant peu de surfaces cultivables, ont recours de manière très importante aux herbes ramassées (73%). Soumis à la variation de qualité de ces herbes selon les saisons mais aussi à la diminution de la disponibilité de ces herbes au fur et à mesure de l'hiver, ils doivent aller les chercher de plus en plus loin, générant ainsi des coûts de transport élevés.

Les éleveurs du **type 3**, basent leur apport en fourrage sur les résidus de culture. Présentant une intégration agriculture-élevage forte, ces éleveurs voient en l'élevage laitier un moyen de valoriser les résidus de culture.

Tableau n°8 : Description et comparaison des exploitations étudiées au travers de quelques indicateurs.

	J.	J.W.	S.	D.	J.P.	C.	J.D.
Type	1	2	3a	3b	4	5	6
Valorisation du potentiel des vaches laitières (%)	52	77		75	72	91	78
Part des fourrages dans la ration (%)	90	52	75	61	66	73	83
Part des concentrés dans la ration (%)	10	48	25	39	34	27	17
Part des résidus dans les fourrages ingérés (%)	12	12	67	46	9	6	25
Part des fourrages cultivés dans les F ingérés (%)	31	70	33	26	54	21	41
Part des herbes ramassées dans les F ingérés (%)	37	18	0	28	36	73	34
Part du pâturage dans les fourrages ingérés	20	0	0	0	0	0	0
Part de l'achat dans l'alimentation (%)	3	53	17	56	39	36	59
Part de l'achat dans les fourrages distribués (%)	2	5	13	30	13	17	52
Part de l'achat dans les concentrés distribués (%)	19	100	31	91	97	100	100
Qté fourrages consommés / eqVL (kg de MS) tpeau	3513	2823	1804	2324	4559	3987	3724
Qté concentrés consommés / eqVL (kg de MS) tpeau	236	2841	516	1684	2125	1190	612
Quantité de lait/eqVL (L) VL	966	3864	470	2380	3600	5583	2456
Qté fourrages ingérés / kg de lait (en kg de MS) VL	4	0,7	4,2	1,0	1,2	0,9	1,5
Qté concentrés ingérés / kg de lait (en kg de MS) VL	0,4	0,8	1,4	0,7	0,7	0,3	0,3

### **3-5-2 Recours à l'achat**

Certaines exploitations ont recours de manière importante à l'achat, essentiellement de concentrés (feed mill, drèches). Il s'agit des exploitations de types 2, 3b et 6 : plus de 50% de la MS distribuée est achetée (tableau 8).

Les exploitations de types 4 et 5 ont un recours plus limité à l'achat (30 à 40% d'achat dans l'alimentation), cet achat concernant toujours principalement les concentrés (feed mill et drèches).

Les exploitations de types 1 et 3a ont un recours faible à l'achat, ce qui met en évidence un manque de trésorerie plus qu'une volonté de diminuer son coût de production du lait.

### **3-5-3 Productivité des vaches laitières**

Les exploitations des types 2, 4 et 5 présentent les meilleures performances en terme de productivité des vaches laitières : 5583 litres/eqVL/lactation. Elles sont 4 à 5 fois plus productives que les vaches des exploitations du type 1.

### **3-5-4 Efficacité du système d'alimentation**

Le système d'alimentation mis en place par le type 5 permet de produire 1 litre de lait majoritairement à partir de fourrages (0,9kg MS de fourrages et 0,3kg MS de concentrés). Sachant que la productivité des vaches des exploitations de ce type est élevée (5500L, soit 18L/j en moyenne sur 300jours), on peut conclure que ce système d'alimentation le plus efficace parmi tous ceux étudiés : il est peu coûteux en alimentation et économiquement.

Le système d'alimentation mis en place par le type 2 permet de produire 1 litre de lait à partir de 0,7kgMS de fourrages et 0,8 kgMS de concentrés, avec une moyenne de 3860 litres par lactation (soit 12 litres en moyenne sur 300 j). Sachant que l'apport en concentré est assuré majoritairement par les drèches (en kg MS), et qu'il suffit de 0,5kg de drèches (valeur UFL : 0.92) pour produire un litre de lait, on peut conclure que ce système d'alimentation est peu efficient. Le lait est produit en grande partie par les concentrés (plus de 50%), ce qui tend à augmenter les coûts de production et rend donc ce système coûteux économiquement.

Les systèmes d'alimentation des types 1 et 3a, basés respectivement sur le pâturage/les herbes ramassées et les résidus de culture, permettent de produire 1 litre de lait à partir d'environ 4kg de matières sèche de fourrages et 0,4kg MS (type 1) ou 1,4kg MS (type 3a) de concentrés ; avec une moyenne de 1000 L par lactation (soit 3,5 L/j en moyenne sur 300 jours). Ces systèmes valorisent des fourrages de mauvaise qualité, moins coûteux et ne nécessitant pas d'investissement majeur au contraire des fourrages cultivés.

Les systèmes d'alimentation des types 3b et 6 représentent des situations intermédiaires. Celui du type 6 tend plutôt vers celui des types 1 et 3a, permettant une production laitière principalement à partir de fourrages, le manque de concentrés étant compensé par des fourrages, entraînant des productivités moyennes de 2500L par lactation. Le système d'alimentation du type 3b tend plutôt vers celui du type 5, Bien qu'il entraîne une productivité réduite de moitié, il est intéressant car il base son apport en concentrés sur une provende artisanale.

Par rapport à une référence de 4500 kg MS ingérée par une vache laitière (700kg), les quantités de fourrages et de concentrés ingérés par équivalent VL mettent en évidence que les exploitations de type 4 distribuent trop de matière sèche, générant ainsi du refus. C'est le seul système d'alimentation où il y a du refus cf. partie (3-2-3-1).

### **3-6 Synthèse**

**Type 1** : l'exploitation de J., possède moins de 1 hectare de surfaces, dominé par des *tanety*. Le petit troupeau laitier est composé de 2 vaches laitières, de race locale metisse : zafindraony. Malgré une très faible part des cultures fourragères dans l'assolement, les productions de l'exploitation complétées par le pâturage et l'herbe ramassée, assurent 97% de l'alimentation des bovins. Plus de la moitié de l'alimentation (57%) provient d'une ressource commune, partagée, dont la quantité tend à diminuer d'une année sur l'autre

(pression foncière) et surtout dont la qualité varie selon les saisons. La soudure constitue ainsi une période critique de l'alimentation, sécurisée uniquement par un apport en pailles (riz et maïs). Les rations, déséquilibrées en faveur des fourrages de faible qualité, ne permettent pas une bonne valorisation du potentiel laitier, moyen à cause de la race, des vaches (52% seulement). La productivité laitière est faible (1000 litres par lactation soit une moyenne de 3,5 L/j sur 300 jours). 4kgMS de fourrages et 400g MS de « concentrés » permettent de produire 1 litre de lait.

L'exploitation de **type 1**, de taille modeste, fonctionne avec très peu d'intrants (atelier bovin lait probablement rentable). L'alimentation repose en grande partie sur le pâturage et la cueillette d'herbes ramassées en dehors de l'exploitation, ce qui constitue une fragilité importante et remet en cause la durabilité de tels systèmes compte tenu de la pression foncière. La soudure constitue une période critique de l'alimentation, sécurisée uniquement par un apport en pailles. L'alimentation, basée sur des fourrages de mauvaise qualité et complétée par une faible quantité de provende artisanale, ne permet pas aux animaux de dépasser la moitié de leur potentiel laitier, initialement faible, générant des productivités faibles ; l'exploitation manque donc de trésorerie (notamment pour l'achat de concentrés).

**Type 2** : l'exploitation de JW de taille moyenne, possède entre 1 et 2 ha de surface également réparties entre rizières et *tanety*. Le « grand » troupeau, composé de 5 vaches laitières, est de race améliorée : pure PRN et Holstein. La forte part des cultures fourragères dans l'assolement (75%) permet de baser le système d'alimentation sur les fourrages cultivés. L'exploitation n'a pas recours au pâturage et limite le recours à l'herbe ramassée à 18% de l'affouragement. Les rations, bien que déséquilibrées en faveur des concentrés (48% de la ration), permettent de valoriser à 77% le potentiel laitier élevé des vaches. Ce système d'alimentation, ayant recours de manière importante à l'achat (59%) principalement pour les concentrés, produit du lait majoritairement avec des concentrés.

L'exploitation de **type 2** s'affranchit de la variation intra et inter annuelle de quantité et de qualité des ressources « communes » et sécurise son système fourrager en consacrant la majorité de ses surfaces aux cultures fourragères. Les périodes critiques (intersaison et soudure) sont sécurisées par une gestion fine des dates de semis et de coupe, ainsi que par les stocks de paille de riz. La performance atteinte permet de dégager suffisamment de trésorerie pour acheter d'importantes quantités de concentré (ce qui pose par ailleurs la question des risques d'acidose). Les coûts de production du lait sont élevés : l'objectif de trésorerie quotidienne passe avant la diminution du coût de production. La trésorerie permet à la famille de compléter les productions vivrières par l'achat (l'atelier bovin lait représente 85% des revenus)

**Type 3a** : l'exploitation de S. possède moins de 1ha de surfaces, également réparties entre rizières et *tanety*. Le petit troupeau, composé de 2 vaches laitières, est de race améliorée PRN au 3<sup>ème</sup> degré. L'alimentation, basée sur les fourrages (75%) est dominée par les résidus de cultures (67% des fourrages). Le faible recours à l'achat (17%) destiné aux concentrés permet de compléter une provende artisanale produite sur l'exploitation à partir d'une formule et donc censée mieux couvrir les besoins des vaches. Cependant, la mauvaise qualité des fourrages distribués et la faible part de concentrés entraîne des productivités faibles (500-600L/lactation soit 1,5 à 2L par jour pendant 300j).

L'exploitation de **type 3a** sécurise son système d'alimentation en intégrant fortement agriculture et élevage, les résidus de récolte remplacent l'herbe ramassée dans les autres systèmes. Par ailleurs la diversification des revenus au travers d'une activité agricole ou non agricole, permet d'acheter une part des concentrés. Cependant, la mauvaise qualité des fourrages entraîne une faible productivité.

**Type 3b** : L'exploitation de D. possède beaucoup de surfaces (4ha) dominées par des *tanety*. Le troupeau moyen, composé de 3 vaches laitières, est de race améliorée PRN au 3<sup>ème</sup> degré. La part importante de cultures vivrières dans l'assolement (93%) entraîne un recours important aux résidus de culture (46% des fourrages). Le recours important à l'achat (56%) de fourrages mais principalement de concentrés entraîne une ration basée à 39% de concentrés et permettant de valoriser à 75% le potentiel laitier intéressant des vaches. Il en résulte une productivité moyenne de 2400L/lactation (soit 8L/j en moyenne pendant 300 jours)

et une bonne efficacité en terme de production laitière : 1 litre de lait produit à partir de 1kg MS de fourrages et 0,7kg MS de concentrés.

L'exploitation de **type 3b** compense la priorité donnée aux cultures vivrières par des achats de fourrages cultivés et de concentrés (permis par une activité non agricole). Le recours important aux résidus de culture de mauvaise qualité est compensé par un apport important en concentrés sous forme de provende artisanale. Le système d'alimentation, combinant valorisation des résidus, provende artisanale et achat génère des productivités intéressantes.

**Type 4** : L'exploitation de J.P. possède environ 2 ha de surfaces, également réparties entre rizières et *tanety*. Le grand troupeau, composé de 5 vaches laitières, est de races améliorées : pures PRN et Holstein. La forte part de cultures fourragères dans l'assolement permet de baser l'apport en fourrages sur les fourrages cultivés (54%). Le recours important à l'achat (39%) concerne les fourrages cultivés mais surtout les concentrés. La ration équilibrée (66% de fourrages et 34% de concentrés) est distribuée dans des quantités trop importantes (6800kg de MS par an) générant ainsi des refus. Il en résulte une bonne productivité (3600L par lactation soit 12L/j en moyenne pendant 300jours) mais une mauvaise efficacité en terme de production laitière : 1 litre de lait produit à partir de 1,2kg MS de fourrages et 0,7kg MS de concentrés.

L'exploitation de **type 4** complète son alimentation basée sur les fourrages cultivés (affranchissement de la variation intra et inter annuelle de quantité et de qualité des ressources « communes » et sécurisation du système fourrager) par des achats permis par une activité non agricole (principalement des concentrés). Malgré les performances atteintes, le système d'alimentation, peu sécurisé en période critique de soudure, entraîne du refus et donc du gaspillage d'alimentation.

**Type 5** : L'exploitation de C. possède peu de surfaces cultivables et uniquement des *tanety* (2ha). Retraité, récemment installé et donc possédant peu de terre, il a recours à l'achat pour l'alimentation de son troupeau (36%). Cet achat concerne principalement les concentrés (100%). Cependant, les rations se composent à 73% de fourrages, principalement de l'herbe ramassée (73% des fourrages). Bien que très dépendant de l'extérieur, ce système permet de valoriser à 90% le potentiel laitier élevé des vaches de l'exploitation, de races améliorées (pures PRN), générant une productivité très élevée : 5583 litres par équivalent vache laitière par lactation (soit 18L/j pendant 300jours). Il est par ailleurs très efficace car 1 litre de lait est produit à partir de 0,9kg de matière sèche de fourrages et 0,3kg de matière sèche de concentrés.

L'exploitation de **type 5** compense ses faibles surfaces par l'achat (permis par une pension retraite régulière) et l'herbe ramassée ; le système, bien que fragile et peu durable compte tenu de la pression foncière, est très efficace en terme de production laitière.

**Type 6** : L'exploitation de J.D. possède entre 1 et 2 ha de surfaces, majoritairement des *tanety*. Le troupeau moyen, composé de 3 vaches laitières, est de race améliorée pure PRN. Le système d'alimentation est basé sur les fourrages cultivés (41% de l'apport en fourrages). Le recours important aux herbes ramassées (34%) confère au système d'alimentation une certaine fragilité. Les rations composées principalement de fourrages (83%), permettent de valoriser à 78% le potentiel laitier élevé des vaches, générant ainsi une productivité moyenne de 2456 litres par vache par lactation (soit 8L/j pendant 300jours). Le manque de concentrés (612kgMS/eqVL) est compensé par les fourrages en partie de mauvaise qualité, entraînant une efficacité moyenne : 1 litre de lait produit à partir de 1,5kg MS de fourrages et 0,3kg MS de concentrés.

L'exploitation de **type 6** malgré une activité salariée, manque de trésorerie. Le manque de concentrés qui en résulte, est compensé par des fourrages, principalement cultivés mais aussi des herbes ramassées et des pailles. La mauvaise qualité de ces dernières entraîne une productivité moyenne des vaches et une efficacité moyenne en terme de production laitière.

Tableau n°9 : Mise en relation du type d'exploitation, du système de production végétal et du système d'alimentation.

<u>Type d'EA</u>	<u>Système de production végétal, stratégie de l'exploitation face à la pression foncière</u>	<u>Systèmes d'alimentation</u>	<u>Performances</u>
Type 1	Accent mis sur les cultures vivrières au dépend des cultures fourragères	Système d'alimentation <b>S1</b> basé sur le <b>pâturage et l'herbe ramassée</b> dû à un manque de ressources produites sur l'exploitation non compensé par l'achat (manque de trésorerie).	Productivité faible, efficacité faible mais système peu coûteux,
Type 2	Accent mis sur les cultures fourragères au dépend des cultures vivrières	Système d'alimentation <b>S3</b> basé sur les <b>fourrages cultivés</b> (sécurisé par un affranchissement de la variabilité intra et inter annuelle de la quantité et qualité des ressources « communes »), et sur <b>des concentrés achetés.</b>	Productivité élevée, efficacité moyenne, système coûteux car basé sur les concentrés
Type 3a	Accent mis sur les cultures vivrières au dépend des cultures fourragères	Système d'alimentation <b>S2</b> basé sur la <b>valorisation de résidus de cultures</b> majoritairement et <b>d'excédents vivriers</b> pour provende artisanale.	Productivité faible efficacité faible mais système peu coûteux
Type 3b	Accent mis sur les cultures vivrières au dépend des cultures fourragères	Système d'alimentation <b>S4</b> basé sur la valorisation des résidus de culture et d'excédents vivriers pour provende artisanale complétés par <b>des achats de fourrages et principalement de concentrés</b>	Productivités moyennes Système coûteux
Type 4	Accent mis sur les cultures vivrières et les cultures fourragères	Système d'alimentation <b>S4</b> basé sur les fourrages cultivés et les excédents vivriers complétés par <b>l'achat de fourrages et principalement de concentrés.</b>	Productivité élevée mais excès d'aliments distribués (refus)
Type 5	Accent mis sur les cultures fourragères	Système d'alimentation basé sur l'herbe ramassée et l'achat de concentrés	Productivité élevée, efficacité élevée mais système coûteux
Type 6	Accent mis sur les cultures vivrières et les cultures fourragères	Système d'alimentation <b>S4</b> basé sur les fourrages cultivés et les excédents vivriers complétés par <b>l'achat de fourrages et principalement de concentrés.</b>	Productivité moyenne, efficacité moyenne et système coûteux

## 4- Discussion

### 4-1 Quatre grands systèmes d'alimentation identifiés.

Suite à l'analyse des différents types d'exploitation, on peut distinguer quatre grands systèmes d'alimentation :

- un système basé sur le **pâturage** et **l'herbe ramassée** ce qui constitue une fragilité importante et remet en cause la durabilité de tels systèmes compte tenu de la pression foncière ; systèmes peu coûteux, il entraîne des productivités faibles,
- un système basé sur les **résidus de culture** et **des excédents vivriers** sous forme de provende artisanale ; peu coûteux et nécessitant peu d'investissement, il n'entraîne pas une productivité laitière élevée mais constitue un moyen de valorisation des résidus,
- un système basé sur des **fourrages cultivés** et des **concentrés achetés** ; les fourrages cultivés permettent de sécuriser le système d'alimentation en s'affranchissant des variabilités inter et intra annuelles des quantités et qualités des ressources « communes » (pâturage et herbe ramassée). Il permet des productivités élevées mais reste coûteux à cause de la part importante de concentrés dans la ration;

- un système basé sur **beaucoup d'achats de fourrages et de concentrés**, qui complètent des ressources produites sur l'exploitation en quantités insuffisantes (fourrages cultivés, résidus, excédent de vivrier) ; Système coûteux, il permet d'atteindre des productivités élevées.

#### **4-2 Critique de la méthodologie : validation et représentativité régionale**

La méthodologie appliquée pour analyser les systèmes d'alimentation de Betafo en lien avec des systèmes de production végétale a été efficace, car elle a permis d'obtenir **des données fiables au niveau qualitatif mais aussi quantitatif**. Les nombreux passages ainsi que l'analyse conjoncturelle rétrospective sur l'année passée ont beaucoup joué en faveur de la fiabilité de ces données.

Les résultats obtenus sont **cohérents** avec d'autres études réalisées telle que la mission de H. Guérin en 2000 concernant un appui à l'alimentation animale, dans la zone d'étude et autour d'Antsirabe. La comparaison de ces travaux met en évidence une extrapolation possible de certains résultats concernant les systèmes d'alimentation à la zone péri-urbaine d'Antsirabe.

Cependant, **le domaine d'extension de la validité des résultats de l'étude à Betafo reste limité**. En effet, Betafo constitue une zone très particulière de la région du Vakinankaratra en terme de climat, de sol et de contexte de production laitière : appui par FIFAMANOR, filière lait dynamique. Elle n'est pas représentative de l'ensemble de la région. Mais elle a été choisie initialement pour sa forte dynamique de production laitière qui devait faciliter cette première étude des systèmes d'alimentation. Dorénavant, il est nécessaire de réaliser une étude semblable dans une autre zone, plus représentative de la région du Vakinankaratra pour compléter cette étude et pour comparaison. La méthodologie mise en place au cours de ce stage peu être ré appliquée ailleurs.

La typologie des exploitations laitières réalisée combinant des dires d'experts et des enquêtes en exploitation peut être discutable. Mais elle présente une solution intéressante dans une zone où les « experts » n'ont pas vraiment d'expertise fiable sur le sujet étudié. Cependant, dans le cadre d'un stage comme celui-ci, pour gagner du temps, il semble plus intéressant de réaliser une typologie à dires d'experts. La typologie a permis de mettre en évidence une diversité des exploitations laitières mais n'est pas exhaustive. Certains types d'exploitations laitières ont pu ne pas être cernés par l'étude. La réalisation de l'étude complète sur un seul individu par type ne permet pas d'assurer la représentativité de cet individu par rapport au type auquel il appartient.

#### **4-3 Les systèmes d'alimentation à Madagascar face à ceux du Maroc, de l'Afrique de l'Ouest, de la Réunion et du Brésil : similitudes et divergences**

Par rapport aux pays d'Afrique de l'ouest où le lait est produit dans des élevages extensifs peuls ou d'agro-éleveurs, en mobilisant surtout des parcours naturels et la vaine pâture (Corniaux, 2005), les systèmes d'alimentation étudiés à Madagascar sont en partie basés sur des fourrages cultivés, comme au Maroc, à la Réunion ou encore au Brésil.

La saisonnalité des productions fourragères, nulle dans les périmètres irrigués du Maroc, est forte à Madagascar, principalement à cause du manque d'eau (pour les cultures pluviales sur *tanety*) et du froid en zone d'altitude. Aucune incitation, financière ou autre, ne permet de limiter la saisonnalité de la production laitière qui en résulte. Une incitation sous forme de primes, comme celles mise en place par les industries laitières au Maroc (Oudin, 2006), permettrait sans doute de diminuer l'écart actuel de 50% entre la production laitière de saison des pluies et celle de saison sèche.

Sur les hautes terres malgaches, les petits troupeaux laitiers, composés principalement de vaches, sont de race améliorée Pie Rouge Norvégienne. Récemment, comme dans de nombreux pays du monde (Brésil, Maroc), des vaches de race Prim'Holstein, ont été introduites en milieu paysan à Madagascar. L'élevage de vaches améliorées va de paire avec un changement du mode de conduite : le pâturage est abandonné en faveur de la stabulation entravée. Ce mode de conduite, très différent des situations brésiliennes où les bovins laitiers pâturent toute la journée et même la nuit en saison chaude, peut être comparée aux situations marocaines. A Madagascar, les zébus pâturent les versants de colline tandis que les vaches restent en étable, à l'abri des voleurs au fond de la cour.

Le foncier agricole, très limité à Madagascar au contraire des situations brésiliennes, ne permet pas la réalisation de stocks. En effet, les éleveurs des hautes terres malgaches produisent à flux tendu : la majorité des ressources produites sont distribuées en vert au fur et à mesure qu'elles sont coupées. Il en résulte des calendriers d'alimentation très complexes à base de ressources très diversifiées et des rations qui varient quasiment tous les mois. C'est tout le contraire des systèmes d'alimentation du Maroc ou encore du Brésil, où quelques ressources assurent une alimentation stable en qualité toute l'année, favorisant la production laitière. Tout comme dans les systèmes réunionnais (Lecomte, 2006), le foncier limité à Madagascar incite les éleveurs qui en ont les moyens à avoir un recours important aux concentrés. Le lait, produit majoritairement à partir de concentrés, devient coûteux à la production et pas toujours rentable dans le système malgache où le prix du lait n'est pas incitatif. Tandis qu'à la Réunion, les crédits et subventions permettent de supporter des coûts de production de lait élevés dus à une utilisation importante de concentrés.

Malgré un contexte plus contraignant à Madagascar (pression foncière, pas de mécanisation, priorité au riz) les performances en terme de productivité laitière sont comparables à celles du Maroc (cf annexe Z). Les crédits et subventions, présents à la Réunion, jouent sur les achats mais aussi sur l'acceptation de l'innovation, qui semble plus difficile à Madagascar. D'ailleurs la dernière innovation vulgarisée, les systèmes de cultures en SCV, a peu de succès auprès des éleveurs des Hautes Terres malgaches.

Dans la perspective d'insérer les SCV dans les exploitations laitières des Hautes Terres (Projet Corus), il est important de s'intéresser à des systèmes de polyculture élevage qui ont adopté cette technique comme ceux des Cerrados au Brésil. La compatibilité entre SCV et élevage laitier a été obtenue dans les cerrados en partie grâce à une organisation particulière de la gestion du territoire des exploitations. Comme l'explique Pradeleix (2005) **l'absence de contrainte foncière** permet à ces exploitations de développer plusieurs systèmes de cultures au sein de l'exploitation : l'un avec des fourrages pour le lait (prélèvement de biomasse compensé par le fumier des bovins laitiers et les engrais) et l'autre, plus éloigné du centre de l'exploitation avec SCV couplé aux cultures de vente (maintien de la fertilité assuré par les SCV).

**Les systèmes d'alimentation des troupeaux laitiers observés au Brésil, ont très peu de points communs avec ceux des hautes terres de Madagascar. Mais surtout, ils ne sont pas limités par le foncier, contrainte fondamentale des systèmes d'élevage laitiers malgaches qui laisse penser que SCV et élevage laitier doivent trouver de nouvelles formes d'intégration pour être diffusées.**

#### **4-4 Utilisation de ce travail par les commanditaires**

##### **4-4-1 Aide à la réflexion sur l'adoption des SCV à Betafo (URP SCRID, ONG Tafa)**

Cette étude permet aux institutions travaillant sur les SCV (URP SCRID et l'ONG Tafa) de mieux connaître les pratiques des agro éleveurs (assolement, production de fourrage durant un cycle annuel, place du riz et en particulier de la paille en tant que ressource fourragère) et d'identifier les périodes les plus critiques en termes d'affouragement. Ces données peuvent permettre à ces structures de Recherche et développement de mieux concevoir de nouveaux systèmes de culture comprenant une partie fourragère.

Face à la contrainte foncière, les systèmes d'exploitations de Betafo présentent « zéro perte », c'est-à-dire que tout y est valorisé. Du fait d'une demande très forte en biomasse pour alimenter les troupeaux laitiers qui stabulent toute l'année, il paraît totalement illusoire à un éleveur de laisser de la biomasse pour couvrir les sols cultivés.

De ce fait le développement de ces systèmes de culture SCV en zone irriguée comme sur tanety et leur durabilité passent par un accroissement de la production de biomasse en vue d'assurer la production fourragère nécessaire à la production de lait et le maintien de la fertilité des sols selon deux modalités : (i) recyclage de biomasse via les litières et l'animal (ii) couverture du sol des parcelles cultivées par la biomasse résiduelle et non labour (SCV). Ces deux modalités peuvent cohabiter au sein d'une exploitation si l'objectif fourrager (central pour ces exploitations) est atteint.

Les facteurs pouvant favoriser l'adoption des SCV (gain en temps de travail dans des exploitations qui pratiquent encore souvent le labour manuel (bêchage), gardiennage des animaux toute l'année) ne sont pas prioritaires dans le contexte étudié où la main d'œuvre coûte peu chère (une main d'œuvre journalière coûte 1200 à 2000 Ar/jour soit 2 à 3 litres de lait).

La recherche et le développement pourraient donc travailler sur des SCV adaptés aux éleveurs laitiers, qui assurent une production de biomasse nettement supérieure à celles observées aujourd'hui. Il faudrait un accroissement de production de biomasse de 6 à 7 t /ha pour assurer la couverture du sol<sup>2</sup>, sachant par ailleurs que dans la région de Bétafo les agro-éleveurs pratiquent une agriculture intensive en travail (double culture en irrigué : riz / avoine/ ray grass, culture associée ou en dérobé en pluvial (maïs/avoine) et en fertilisant dans une moindre mesure (grosse production de fumier et de poudrette dans ces exploitations laitières).

#### 4-4-2 Conseil en élevage laitier (FIFAMANOR) et pour une intégration agriculture-élevage

Pour des institutions d'appui à l'élevage laitier tel que FIFAMANOR, cette étude permet de mettre en évidence :

- les **calendriers d'alimentation** des troupeaux bovins mis en place par différents types d'éleveurs
- les **problèmes prioritaires** rencontrés par ces différents types d'éleveurs pour alimenter leur troupeau laitier,
- les **stratégies d'adaptation** aux contraintes mises en place par ces différents types d'éleveurs.

Elle permet à FIFAMANOR de disposer de connaissances plus précises sur les performances et stratégies des producteurs de lait et en particulier pour les types « peu intensifiés » (type 1) : évaluation de l'écart entre le potentiel de production (lié à l'amélioration génétique grâce à l'introduction de la PRN) et le réalisé. Mais elle permet aussi à Fifamanor de se pencher sur les problèmes prioritaires et d'adapter leurs conseils aux différents types d'éleveurs qu'ils encadrent. En effet, certains conseils techniques « classiques » ne sont pas toujours adaptés à la trésorerie et aux objectifs des petites exploitations.

Le constat principal concernant les systèmes d'alimentation des bovins laitiers de Bétafo est le **déficit en fourrages** dû à une pression foncière forte et à un équilibre cultures vivrières / cultures fourragères qui tend à pencher en faveur des cultures vivrières. Afin d'augmenter la production de fourrages au sein de l'exploitation, on peut faire 3 hypothèses techniques :

- augmenter la surface en fourrage,
- augmenter les rendements en fourrage,
- développer une filière du fourrage à partir de zones moins peuplées.

Augmenter la surface en fourrage paraît peu possible étant donné le contexte actuel de pression démographique et d'émiettement parcellaire.

**L'augmentation des rendements en fourrages** peut être une solution au déficit fourrager. Des associations graminées-légumineuses peuvent être développées, en introduisant par exemple du desmodium ou du trèfle blanc dans les associations. Ces légumineuses semblent beaucoup mieux s'adapter aux conditions climatiques de la zone que d'autres légumineuses tel le stylosanthes et la vesce qui semblent bien pousser à une altitude inférieure à 1000 mètres. Intégrer une légumineuse dans les associations avec graminées peut remplacer la fertilisation azotée (après chaque coupe), dont le prix a fortement augmenté dernièrement.

**Développer un marché des fourrages** est une 3<sup>ème</sup> solution pour faire face au déficit de fourrages. En effet, à quelques dizaines de kilomètres de Bétafo, vers l'ouest, on se retrouve dans une zone située à 900 mètres d'altitude où il existe d'immenses étendues non cultivées. Cette zone est aujourd'hui principalement valorisée par le pâturage de troupeaux de zébus (épargne sur pied et production de viande). Cette zone semble présenter des conditions intéressantes pour la production de fourrages. Il serait peut-être intéressant d'y développer une production de fourrages destinée à être vendus dans une zone comme Bétafo où l'activité d'élevage est fortement développée mais contrainte par le manque de fourrages. Certains éleveurs pratiquent déjà ce type d'achats. Ils se déplacent vers l'ouest pour y couper de l'herbe sauvage et la stocker dans leurs exploitations. Cependant les coûts de transports très élevés constituent un obstacle non négligeable. Cependant, dans la mesure où l'activité laitière se développe encore à Bétafo et aux environs, un système de production de fourrages, de transformation en foin, de compactage et de transport pourrait être réfléchi.

---

<sup>2</sup> Site agroécologie du CIRAD, <http://agroecologie.cirad.fr/2008/index.php>

En ce qui concerne l'apport en concentrés, il serait intéressant de se pencher sur l'utilisation de **provendes « artisanales »** par certains éleveurs. En effet, la fabrication de ce type de provende est réalisée à partir de matières premières produites majoritairement sur l'exploitation. Les faibles coûts de production, la limitation des risques (une matière première pouvant être remplacée par une autre) et la souplesse que cela engendre (une matière première destinée à la vente pouvant servir à la fabrication de cette provende) mérite qu'on l'analyse plus précisément. Complétée correctement avec des fourrages de bonne qualité, elle assure des productivités élevées.

Il semble nécessaire pour les acteurs de la recherche et du développement de s'interroger sur la **composition des rations et l'importance des concentrés** : est-elle rentable sur le long terme ? Les risques d'acidose sont-ils importants ? Toutes les races, y compris les Holstein en cours d'implantation, peuvent-elles valoriser aussi bien ce type de ration ? Quelle part de concentré acheté est optimale par rapport aux coûts de production ? Calculer les coûts de production d'un litre de lait pour les types étudiés et les comparer permettrait de mettre en évidence les systèmes les plus rentables

L'analyse de l'adéquation entre besoins des vaches laitières et apports des rations a montré que, bien souvent, la courbe de production laitière permise par la ration est au-dessus de la courbe de production laitière réelle. Trois hypothèses ont été retenues :

- conséquence du rationnement par lot,
- problème d'alimentation et/ou manque de réserves corporelles au démarrage de la lactation,
- mauvaise valorisation des rations ingérées (ordre de distribution),
- état sanitaire des vaches laitières.

La nécessité d'un encadrement au niveau sanitaire des troupeaux est prioritaire. Elle pourrait se faire au travers **d'auxiliaires de santé animale**. Des formations concernant l'alimentation des troupeaux (et plus particulièrement la reconstitution de réserves à partir du 7<sup>ème</sup> mois de lactation, l'ordre de distribution des aliments) pourraient être proposées aux éleveurs, avec des conseils adaptés à chaque type d'exploitations.

#### **4-5 Développer des pistes de réflexion pour des études à réaliser par la suite.**

##### **4-5-1 Réalisation d'une étude similaire dans une autre zone, plus représentative de l'ensemble du Vakinankaratra**

Etant donné le faible domaine d'extension des données issues de cette étude sur Betafo et ses environs, une première étude complémentaire pourrait consister en une analyse des systèmes d'alimentation dans une zone plus représentative de la région du Vakinankaratra (par exemple Antsapanimahazo ou Andranomanelatra). Cette étude peut être achevée par une comparaison des systèmes d'alimentation de Betafo et de la seconde zone étudiée.

##### **4-5-2 Analyse technico-économique des systèmes d'alimentation**

Au cours des 6 mois de stage (5 mois de terrain) les systèmes d'alimentation ont été plutôt étudiés du point de vue technique, même si des éléments économiques, sociaux et culturels ont été pris en compte. Cependant, j'ai manqué de temps pour compléter l'étude par une analyse des performances économiques des systèmes d'alimentation étudiés, qui devrait mettre en évidence les contraintes économiques de ces systèmes d'alimentation, de pouvoir chiffrer ces contraintes et enfin de comparer les performances économiques des différents systèmes (revenu tiré du lait et du troupeau laitier, coût de production, rentabilité de la production laitière)

##### **4-5-3 Analyse des performances des systèmes de culture en lien avec la constitution des systèmes d'alimentation.**

A partir des acquis obtenus en matière de production laitière, il serait intéressant de regarder de plus près le fonctionnement des systèmes de culture en lien avec la constitution des systèmes d'alimentation et d'en évaluer les performances (rendements, bilan minéral, productivité,...) afin de pouvoir mieux évaluer la possibilité pour les agro-éleveurs d'intégrer les SCV ou d'autres innovations dans leur système de production.

## Conclusion

L'analyse des 7 types d'exploitations laitières étudiés à Betafo a permis de mettre en évidence 4 grands systèmes d'alimentation basés sur :

- le pâturage et l'herbe ramassée pour le premier,
- les résidus de culture et les excédents vivriers pour le second,
- les fourrages cultivés et les concentrés achetés pour le troisième,
- l'achat important de fourrages et de concentrés pour le dernier.

Tous ces systèmes répondent à un objectif commun et principal pour l'éleveur : assurer un revenu régulier étalé sur toute l'année grâce à la vente du lait.

La fragilité de ces systèmes d'alimentation, dépourvus de stock en dehors des pailles de riz, et fonctionnant à flux tendus, est compensée par la grande diversité des ressources alimentaires utilisées dans l'alimentation des troupeaux bovins. Ces systèmes, complexes, se basent sur une forte intégration agriculture élevage. Les pailles de riz y jouent un rôle important car, malgré leur pauvreté, elles assurent souvent la principale ressource en saison sèche mais aussi l'unique ressource en période critique qu'est la soudure (fin de saison sèche). Ces systèmes sont donc fortement dépendants de la place (surface) et des performances (rendements) de la riziculture sur l'exploitation.

Tous les types d'exploitation mettent en place des stratégies de gestion du risque au sein de leurs systèmes d'alimentation. L'utilisation de ressources diversifiées, avec des rations qui varient à l'échelle du mois voire de la semaine, permet un rattrapage facile en cas d'incident sur un type de culture. Cette stratégie limite le risque, mais n'assure pas une efficacité en terme de production : la ration, variant beaucoup qualitativement et quantitativement, influence ainsi la production laitière.

Au niveau du troupeau, les forts taux de renouvellement constituent une stratégie de sécurisation face à un taux de mortalité des vaches élevé et à des aléas climatiques (sécheresse, grêle), économiques (flambée des prix du riz) et sociaux (décès, *Famadihama*), l'éleveur pouvant en cas de besoins vendre une génisse ou une vache.

Ces systèmes d'alimentation, mis en place à partir de la combinaison de deux systèmes de culture au sein de l'exploitation, pour alimenter des troupeaux de vaches laitières de race améliorée, assurent, dans un contexte contraignant, des performances honorables, mais perfectibles.

Les contraintes de ces systèmes d'alimentation sont nombreuses, la principale étant le déficit fourrager. De plus, la pression foncière limite la durabilité de la majorité des systèmes d'alimentation, qui ont recours à l'herbe ramassée. Il est nécessaire de proposer des solutions techniques innovantes qui permettent d'accroître la production de fourrages au sein des exploitations. Augmenter les rendements mais aussi développer une production de fourrages dans des zones adaptées et une filière de commercialisation de ces fourrages sont des pistes de solution. Les contraintes foncières entraînent une valorisation optimale de toutes les ressources disponibles dans les exploitations, que ce soit la terre (pas de jachère, culture continue), la biomasse fourragère (résidus de récolte, herbes au bord des parcelles) ou l'excédent des cultures vivrières pour fabriquer des provendes artisanales. La demande très forte en biomasse pour alimenter les troupeaux laitiers qui stabulent toute l'année paraît peu compatible avec les systèmes de culture SCV où une partie de cette biomasse produite doit couvrir les sols cultivés de façon permanente.

L'accès réduit aux provendes commercialisées (prix élevé, réalisation de stocks limités voire impossible) pousse les éleveurs à utiliser des provendes artisanales, certes intéressantes mais améliorables au point de vue de la stabilité de la qualité et de la valeur nutritive (proposition de formules).

Le manque d'encadrement des troupeaux laitiers par des vétérinaires constitue un frein au développement de l'élevage laitier. C'est certainement, une des premières contraintes à solutionner.

## Références Bibliographiques

AGRICORD (Consulté le 17/04/08), Renforcement des capacités des éleveurs laitiers du Vakinankaratra (Union ROVA). Site Internet : [http://www.agricord.org/?menu=projects&view=project&project\\_id=24087](http://www.agricord.org/?menu=projects&view=project&project_id=24087).

Andriamanalina B., Carpentier P., 2007. Résultat du recensement du secteur agricole 2004-2005 (Madagascar). Article paru dans Missions économiques Madagascar. Source : DSI/MAEP (août 2006).

Aumont G., Caudron I. Xandé A. Valeurs alimentaires de fourrages tropicaux de la zone Caraïbe et de la Réunion. INRA Institut Nationale de la recherche agronomique. Centre de recherche agronomique Antilles-Guyane. 1991. Ed SRZ, Guadeloupe. 119p.

Aune J.B., Skjortnes M., Randriamamonjy A.W., 2005. Review of Norwegian support to FIFAMANOR. Noragric report n°30. Noragric, Norwegian University of Life Sciences. 38p.

Bara M., 2007. Elaboration d'outils de réflexion stratégique sur les évolutions des exploitations : Application à l'échelle d'une coopérative laitière dans un périmètre irrigué au Maroc. Mémoire de fin d'études présenté pour l'obtention du DAA, SUPAGRO, Montpellier, 29p + annexes.

Bockel L., 2005. Politiques publiques et pauvreté à Madagascar. La filière riz, moteur de croissance ou facteur de crise ? Livre édité chez l'Harmattan. 304p.

Castellano A., 2004. Etude de la qualité sanitaire des fromages artisanaux dans la région d'Antsirabe. Mémoire en vue de l'obtention du master professionnel « Productions Animales en Régions Chaudes », CNEARC, Montpellier, 40p.

CIRAD, URP SCRID (Consulté le 15/04/08). Site Internet : [http://www.cirad.mg/fr/urp\\_scrid.php](http://www.cirad.mg/fr/urp_scrid.php)

Corniaux C, Duteurtre G, Dieye PN, Pocard, Chapuis R. 2005. Les mini laiteries comme modèle d'organisation des filières laitières en Afrique de l'Ouest : succès et limites. *Rev Elev Med Vet Trop* 2005 ; 58 : 237-43.

Deinum B., 1976. Effect of age, leaf number and temperature on cell wall and digestibility of maize. Paru dans *Landbouwn Dagenegen*. p29-p41.

FAOSTAT (Consulté le 13/08/08) Madagascar. Site Internet : <http://faostat.fao.org/site/570/DesktopDefault.aspx?PageID=570#ancor>.

FIFAMANOR, 2008. Rapport annuel 2007 des activités de FIFAMANOR. 83p.

GSDM, TAFE, FIFAMANOR, 2008. Conduite des systèmes de culture sur couverts végétaux et affouragement des vaches laitières. Guide pour les hautes terres de Madagascar. 90p.

Guerin H., 2000. Mission d'appui en alimentation animale. Première partie : société de service en santé et alimentation animale. Deuxième partie : intensification fourragère et production laitière. Rapport CIRAD-EMVT n°2000-20.

Guerin H., Rasambainarivo J-H., Maignan G., 1989. L'alimentation du bétail à Madagascar : les ressources en matières premières, leurs utilisations par l'élevage, actions à mener pour le développement des productions animales Volume I.IEMVT, Ministère de la production animale (élevage et pêche) à Madagascar, FOFIFA. 223p.

Guyou C., 2003. Etude diagnostic de la situation agricole de la région d'Antsirabe I. DESS : Paris 1, 64p.

Harrivel V., 2001. Le semis direct et l'élevage : concurrence ou complémentarité ? Etudes des relations agriculture-élevage à Miarimandra (Betafo), Andromanelatra-centre (Andromanelatra), Tsaramandroso Soamahavoky (Andromanelatra), Ambolotsarano (Andromanelatra). Diplôme d'ingénieur en Agronomie Tropicale, CNEARC, Montpellier, 118p + annexes.

INDEXMUNDI (Consulté le 17/04/08), Madagascar Population et Produit National Brut (PNB). Site Internet : [http://www.indexmundi.com/fr/madagascar/produit\\_national\\_brut\\_\(pnb\).html](http://www.indexmundi.com/fr/madagascar/produit_national_brut_(pnb).html).

INRA, 2007. Alimentation des bovins, ovins et caprins. Besoins des animaux-valeurs des aliments. Tables INRA 2007. Ouvrage collectif. Editions QUAE, 2007 Guide pratique. 307p.

Kuper M., Le Gal P.-Y., Moulin C.-H., Puillet L., Sraïri M.T., Elbahri M. (2006), Typologie et modélisation des exploitations laitières sur le périmètre irrigué du Tadla (Maroc), Cirad/Tera n°18/06.

Lecomte P., Coulon J-B., 2006. L'élevage laitier à la Réunion. Cours Supagro.

Le Gal P-Y., Kuper M, Moulin C.-H., Puillet L., Sraïri M.T., 2007. Dispositifs de coordination entre industriel, éleveurs et périmètre irrigué dans un bassin de collecte laitier au Maroc, Cahiers Agriculture, vol 16, n°4, p265-271.

MAEP Ministère de la production animale (élevage et pêche) et des eaux et forêts, 1987. Guide de l'éleveur de vaches laitières. Direction de l'élevage. 15p.

MAEP Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche. Unité de Politique de Développement Rural (UPDR), 2003. Monographie de la région du Vakinankaratra. 108p + annexes. Disponible sur Internet : URL : [www.maep.gov.mg/fr/vakinankaratra.pdf](http://www.maep.gov.mg/fr/vakinankaratra.pdf).

Mémento de l'agronome, 2002. GRET ; MAE ; CIRAD. Paris. 1690p.

Michellon R., Razanamparany C., Moussa N., Rakotovazaha L., Fara Hanitriniaina J-C., Razakamanantoanina R., Randrianaivo S., Rakotoniaina F., Rakotoarimanana R., 2006. Projet d'appui à la diffusion des techniques agro-écologiques à Madagascar. Volet dispositif technique d'appui technique et formation. Rapport de campagne 2004-2005. Hautes Terres et Moyen Ouest. TAFE, GSDM. 124p + annexes.

Moulin C., 2002. Une méthode pour comprendre les pratiques d'alimentation des herbivores domestiques : analyse du fonctionnement des systèmes d'alimentation par enquête en élevage, guide méthodologique. Compte rendu de l'Institut de l'élevage. Département technique d'élevage et qualité. Service bâtiment, fourrages et environnement. Collection Résultats. 99p.

Moulin C., Girard N., De Dieu B., 2001. L'apport de l'analyse fonctionnelle des systèmes d'alimentation. Nouveaux regards sur le pâturage - Actes des journées de l'AFPF - Mars 2001. p133-151.

Oudin Emeline, 2006. Analyse et propositions d'améliorations du fonctionnement de coopératives de collecte laitière au Maroc : approche par les systèmes d'information, mémoire ingénieur agronome DAA Agronomie-Environnement, INAP-G.

Pradeleix L., Baranger C., Jouve P., 2003. Organisation spatiale des exploitations d'Irati et de Teixeira Soares (État du Paraná-Brésil) en vue d'assurer la comptabilité entre l'élevage laitier et les systèmes de culture à base de couverture végétale. Organisation spatiale et gestion des ressources et des territoires ruraux. Actes du colloque, 25-27 février 2003, Montpellier, France. 9p.

Rabemanambola M.F., 2007. Contribution à l'étude d'une filière alimentaire et de son inscription spatiale dans un pays en voie de développement. Thèse en vue de l'obtention du grade de docteur en géographie. Université de Clermont Ferrand II. Clermont Ferrand, 332p + annexes.

Rakotofiringa A., Tokarski Y., 2007. Caractérisation des exploitations agricoles dans la commune rurale d'Andronamanelatra. Région Vakinankaratra, Hauts Plateaux de Madagascar. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur en Agronomie Tropicale, CNEARC, Montpellier, 88P + annexes.

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. Mémoire en vue de l'obtention du master professionnel et recherche développement économique et aménagement local, Université de La Réunion, Saint Denis, 34p + annexes.

Razafindrahaga H.J.F., 1999. Synthèse filière lait à Madagascar. GRET, CITE. 22p.

Razafimanjato J.Y., Randriamanjakaso J.H., Razanadrasara J., Rabeza Rafaralahy V., 1997. Recensement général de la population et de l'habitat. Volume 2, rapport d'analyse tome 1 : Etat de la population. INSTAT, Ministère de l'économie et du plan, USAID, FNUAP. 76p.

Roberge G., Toutain B, 1999. Cultures fourragères tropicales.., Editeurs scientifiques. CIRAD. 369p.

Rollin D., 1994, Des rizières aux paysages : Eléments pour une gestion de la fertilité dans les exploitations agricoles du Vakinankaratra et du Nord Betsileo (Madagascar), Université de Paris X Nanterre, Département de Géographie, 323 p.

Soltner D., 1999. « Alimentation des animaux domestiques », Tome I, les principes. 21<sup>ème</sup> édition. Collection Sciences et techniques agricoles. 176p.

Sheil D. et al., 1999. A Review of Tools for Incorporating Community Knowledge, Preferences, and Values into Decision Making in Natural Resources Management. Ecology and Society, Vol 12, n°1 (2007).

WIKIPEDIA (Consulté le 22/04/08), Madagascar. Site Internet : <http://en.wikipedia.org/wiki/Madagascar>.

## **Annexes**

## Annexe A

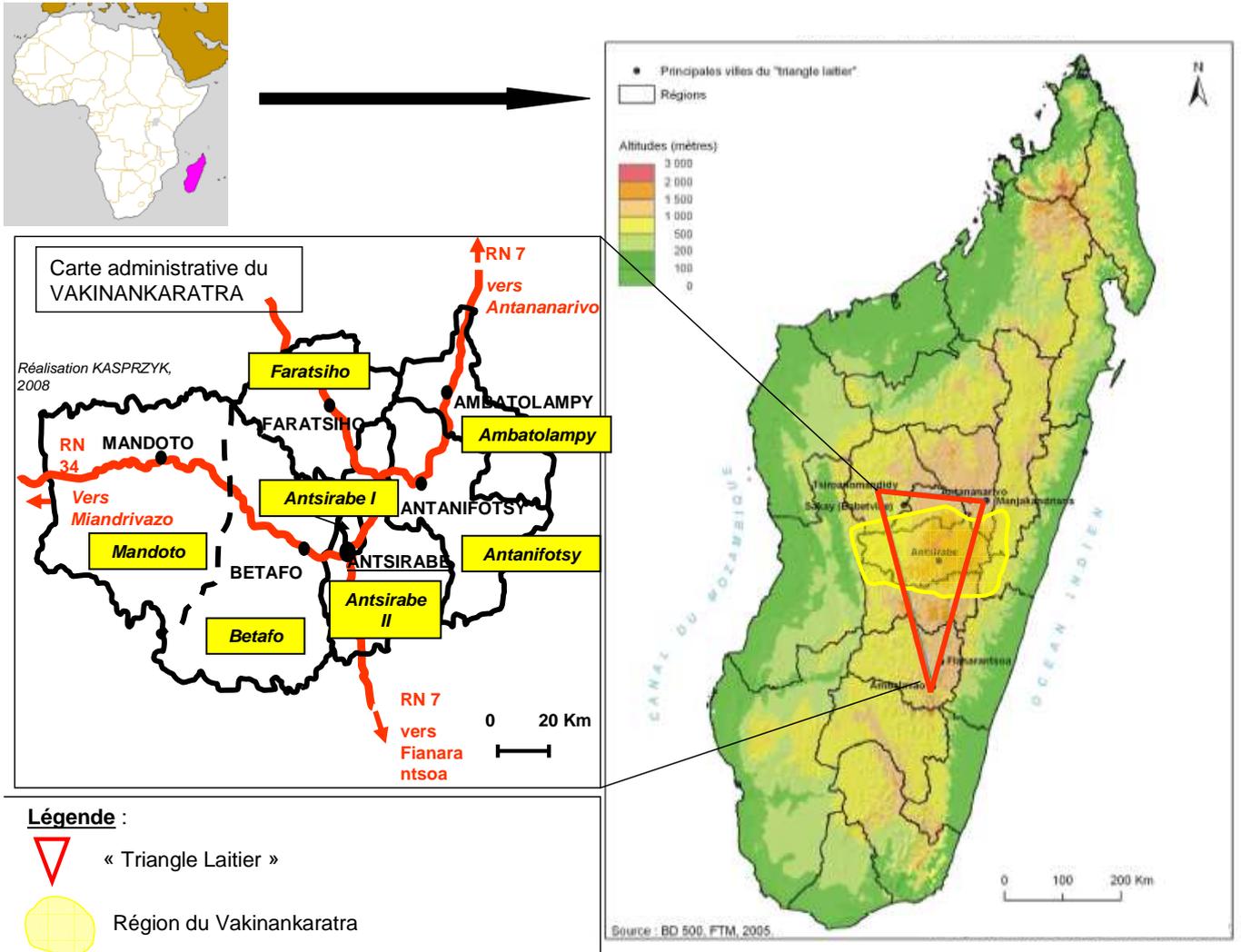
**Calendrier culturel du riz irrigué (à bonne maîtrise de l'eau) dans la commune d'Andranomanelatra (Vakinankaratra).**

Opérations culturales	Janvier		Février		Mars		Avril		Mai		Juin		Juillet		Août		Septembre		Octobre		Novembre		Décembre	
	Déb	Fin	Déb	Fin	Déb	Fin	Déb	Fin	Déb	Fin	Déb	Fin	Déb	Fin	Déb	Fin	Déb	Fin	Déb	Fin	Déb	Fin	Déb	Fin
Labour																								
Semis pépinière																								
Piétinage/Passage herse/régularisation du sol à l' <i>angady</i>																								
Repiquage																								
Sarclage 1																								
Sarclage 2																								
Désherbage manuel 1																								
Désherbage manuel 2																								
Récolte																								

(RAKOTOFIRINGA A., TOKARSKI Y., 2007)

## Annexe B

### Localisation géographique de la région du Vakinankaratra.



La région du Vakinankaratra se situe au cœur du « triangle laitier », sur les hautes terres de Madagascar.

## Annexe C

### Climat de la région du Vakinankaratra

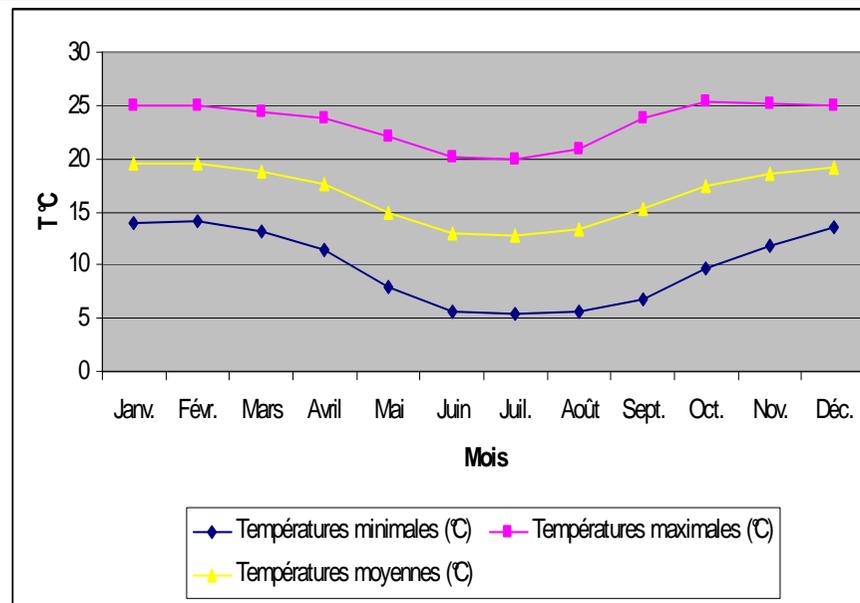
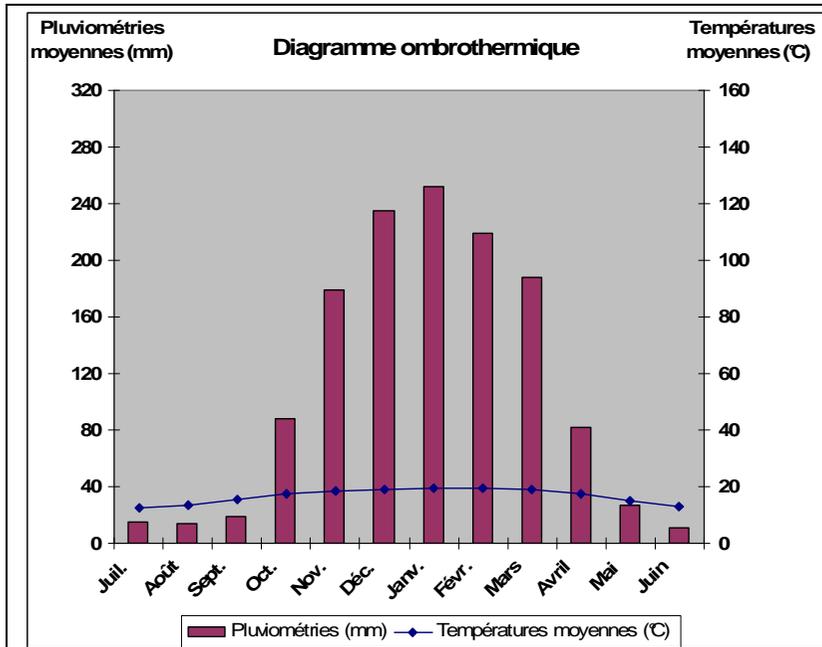


Diagramme ombro-thermique. Moyenne des pluviométries et des températures calculées sur 30 ans (1961-1990) à la station météorologique d'Antsirabe (Lat: 19°49'S, Long: 47° 04'E, Alti: 1535m).

Températures minimales, maximales et moyennes calculées sur 30 ans (1961-1990) à la station météorologique d'Antsirabe (Lat: 19°49'S, Long: 47°04'E, Alti: 1535m).

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
4 saisons distinguées par les agriculteurs		<b>Fararano</b> : "Fin des eaux" correspond à la période où les "cultures montent" (période de récoltes)				<b>Ririna</b> : hiver			<b>Lohatoana</b> "Début de l'année" (travail des terres de tanety)		<b>Faharavatra</b> : "Période de la foudre" (Saison des pluies)	
"un climat caractérisé par 2 saisons"	<b>Saison humide et chaude</b>					<b>Saison sèche froide</b>					<b>Saison humide et chaude</b>	

4 saisons agricoles rythment l'année chez les agriculteurs

## Annexe D

### Le riz, culture phare des exploitations de Betafo



Photo prise par Kasprzyk M. en mars 08 à Andramasoandro (Betafo)



Photo prise par Kasprzyk M. en avril 08 à Mandritsara (Betafo).

## **Annexe E**

### **Bref historique de la filière lait dans le Vakinankaratra**

La production laitière est une activité ancienne à Madagascar. Déjà avant la colonisation par les Français en 1895, Jean Laborde fait introduire des reproducteurs de races laitières (Garonnaise, Bordelaise et Bretonne) à Madagascar en 1840. Dès 1920, les zones proches d'Antsirabe commencent à produire un peu de lait, du beurre et du fromage (Rakoto ramiarantsoa H., 1995 cité par Rabemanambola M.F., 2007).

Le Vakinankaratra, réputé pour son climat doux et ses sols riches, a toujours intéressé les *vazaha* (étranger), que ce soient les missionnaires norvégiens ou les colons français. En 1902, Antsirabe a été promu capitale du Vakinankaratra par le général Gallieni, remplaçant ainsi l'ancienne capitale, le grenier agricole : Betafo. Peu à peu des voies de communications furent construites (routes et chemins de fer) désenclavant une bonne partie du Vakinankaratra. La production de lait à des fins de commercialisation est née dans ce qu'était l'ébauche du triangle laitier au début du siècle passé. Cependant, la mise en place sélective de la filière, qui a joué en faveur des grandes structures, excluant de fait la majorité de la population rurale malgache, a rendu impopulaires les innovations engagées (Rabemanambola M.F., 2007).

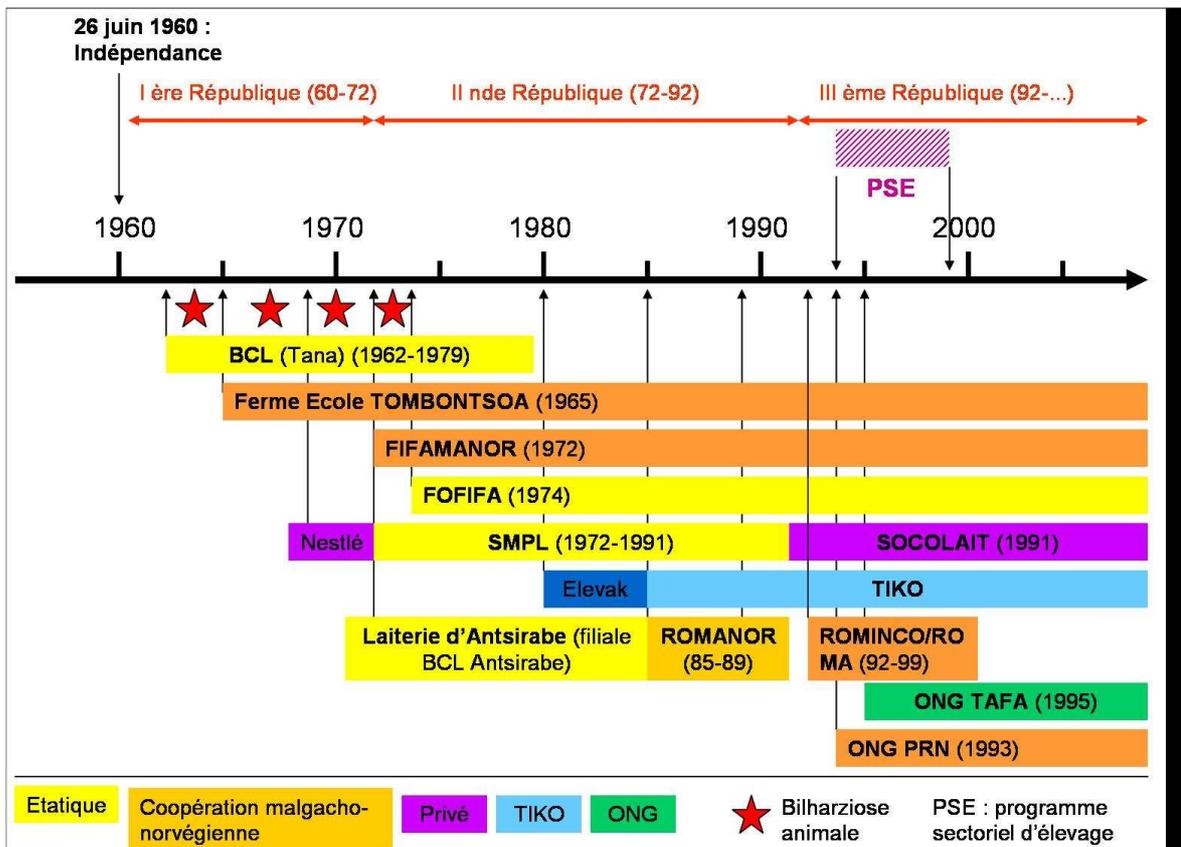
Les premiers pas vers une filière laitière à Madagascar furent réalisés au cours de la première république (1960-1972) au travers de la création du BCL (Bureau Central Laitier). C'est à cette époque, en 1965, qu'est née la ferme-école de Tombontsoa (Cf encadré), qui visait à former de jeunes paysans malgaches à la conduite de vaches laitières. Située à une dizaine de kilomètres d'Antsirabe, l'expansion de l'information en dehors du Vakinankaratra fut faible.

C'est au cours de la seconde République (1972-1991), que fut créée FIFAMANOR, un organisme né de la coopération malgache-norvégienne visant, en autres, à promouvoir l'élevage laitier en diffusant des races améliorées et des techniques d'élevage associées. En 1972, la Société Malgache des Produits laitiers s'installe dans les locaux de l'ex-Nestlé basé à Antsirabe. C'est aussi à cette période, dans les années 80 qu'un investisseur privé, Marc Ravelomanana, avec l'aide de la Banque Mondiale, implante ses laiteries TIKO à Madagascar. L'ancienne Laiterie d'Antsirabe devient TIKO à la fin des années 80. TIKO possède non seulement des laiteries, mais aussi une ferme ultra moderne, pouvant accueillir jusqu'à 700 vaches Holstein pour la production laitière (TIKO FARM). En dehors de la production laitière, TIKO s'affaire à la production d'huile (TIKO OIL PRODUCTS) et à la production de jus de fruits. Son principal concurrent, SOCOLAIT, est une laiterie située à Antsirabe, issue de la privatisation de la SMPL en 1991. En 2002, Marc Ravelomanana est élu président de Madagascar. Cependant, la crise de 2002, liée aux élections a fortement marqué l'économie du pays et s'est fait ressentir au niveau de la filière laitière.

#### ***Encadré : Fifamanor et Tombontsoa, un rôle fort dans l'élevage laitier à Madagascar.***

**La Ferme Ecole de TOMBOMTSOA (« avantages » en français)** fut créée en 1965 par la mission norvégienne à Madagascar et l'Eglise Luthérienne malgache. Elle a pour but de développer l'agriculture dans la région d'Antsirabe par la formation des jeunes paysans aux techniques modernes de l'agriculture et de l'élevage. Dès sa création, par l'importation de vaches Pie rouge norvégienne, Tombontsoa fait de l'élevage laitier une de ses priorités de diffusion.

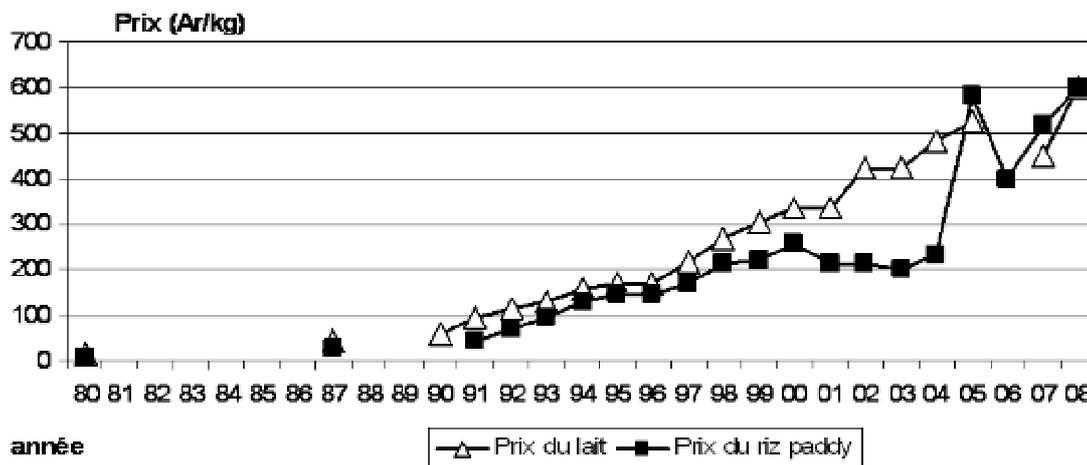
**FIFAMANOR** est un organisme de développement rural et de recherche appliquée. Il fut créé en 1972 par un accord bilatéral entre l'Etat malgache et l'Agence Norvégienne de Développement International (NORAD). Cet organisme a démarré avec l'objectif d'appuyer le développement agricole à Madagascar par la sélection et la diffusion de variétés améliorées de pomme de terre et de blé. Les champs de travaux de recherche et développement de FIFAMANOR s'élargissent peu à peu au blé, à l'orge (qui intéressent la boulangerie industrielle KOBAMA et les brasseries STAR) et aux autres tubercules. En 1991, avec le Projet Sectoriel Élevage, l'élevage laitier rentre dans les programmes de développement de FIFAMANOR. Le programme vise à l'amélioration de la race, la diffusion de l'élevage laitier et des techniques associées, la production et la vente de semences fourragères. En 1992, il prend le statut d'établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) sous tutelle du MAEP (Ministère de l'Agriculture, Elevage et Pêche). FIFAMANOR est la seule institution habilitée à introduire de nouvelles semences dans le milieu paysan. Il travaille en étroite collaboration avec le FOFIFA et les groupements producteurs de semences



**Résumé de l'histoire de la filière lait à Madagascar.**

## Annexe F

### Evolution du prix courant du lait entre 1980 et 2008. (Evolution du prix courant du riz paddy pour comparaison)



Donnée FAOSTAT Madagascar

Les prix du lait et du riz paddy sont les prix payés aux producteurs.

Entre 1998 et 2003, le prix du lait a augmenté de manière importante par rapport à un prix du riz paddy stable. Ce prix du lait, très incitatif pour les éleveurs, a permis d'augmenter considérablement la production laitière dans la région du Vakinankaratra. Cependant, entre 2004 et 2008, le prix de la vie a fortement augmenté (cf. prix du riz paddy) suite à la crise politique de 2002 et au passage du franc malgache à l'ariary. Le prix du lait, quant à lui, a peu augmenté. Après 2003, certains éleveurs considérant le prix du lait trop faible par rapport au coût de production du lait, ont vendu la majorité de leur troupeau laitier.

## Annexe G

### « Races » bovines exploitées à Madagascar pour la production laitière.

- **Vache zébu** : Importé vraisemblablement des Indes, le zébu s'est parfaitement adapté aux conditions du milieu malgache. La production de lait oscille entre 270 et 360 litres par lactation (MAEP 1987), dont 200 à 300 litres doivent être laissés au veau pour sa subsistance, en 6 mois de lactation environ.

- **Vache RANA** : Le bétail RANA s'est développé par croisement entre femelles zébus autochtones et mâles de races taurines d'importation : normande, bretonne pie noire, gasconne, bordelaise, frisonne, etc. Ce bétail a une capacité de production laitière assez élevée autour d'Antananarivo. Cette production de lait est d'environ 5 à 8 litres par jour pendant une lactation de 6 mois environ. Les plus grandes productivités sont d'environ 2 800 l de lait en 300 jours.

Les races bovines améliorées sont à haut degré de croisement (6/8, 7/8). Elles ont une production laitière proche de la race pure. Elles ont l'avantage de bien s'adapter aux conditions climatiques des Hautes Terres de Madagascar :

- **Vache Pie Rouge Norvégienne (PRN)** : introduite par les Norvégiens dès les années 60, cette race s'est bien diffusée dans l'ensemble du « triangle laitier ». En race pure, élevée dans des conditions optimales, cette vache peut produire jusqu'à 6000 L de lait par lactation. Résultat qui se confirme dans les grosses exploitations modernes (MAEP 1987). Néanmoins, élevée en conditions paysannes, dans les exploitations de type familiales, elle produit jusqu'à 3500 L de lait par lactation. Une vache  $\frac{3}{4}$  sang PRN (soit une F2) peut produire jusqu'à 3000 L de lait par lactation, tandis qu'une vache PRN F1 produit jusqu'à 1500 L de lait par lactation. Cependant, sur le terrain, on observe toute une gamme de production de ces vaches PRN, fortement influencée par les modes de conduite et d'alimentation des animaux.

- **Vache Holstein** : introduite récemment de Nouvelle Zélande fin 2005 et 2006, cette vache atteint des capacités de productions proches des performances européennes. Elle est principalement élevée par TIKO. A priori moins rustique que la PRN, sa diffusion est encore limitée en milieu paysan. Son introduction a été réalisée en race pure, par la vente de génisses, à des prix relativement élevés (3 Millions Ar soit 1200€) mais avec possibilité de paiement en trois ans si le nombre de génisses achetées était supérieur à 12 têtes.

## Annexe H

### Un « parcellaire émietté »



Photo prise par Kasprzyk M. en mai 08 à Trittiva.

## Annexe I

### Projet CORUS « Production de fourrages au sein de systèmes de culture vivriers à base de riz pluvial sur les hauts plateaux malgaches »

#### Contexte du projet

La majorité de la population de Madagascar tire sa principale source de revenus des activités agricoles. La consommation de riz par habitant y est l'une des plus élevées du monde. Or, à une échelle d'une trentaine d'années, la progression de la production de riz n'a pas suivi celle de la croissance démographique.

Sur les hauts plateaux malgaches, l'accroissement de la pression démographique s'est traduit par la saturation des terres inondées destinées à la riziculture et par une emprise agricole de plus en plus forte sur les terres de versant (*tanety*). La conduite des cultures de versant, ou cultures pluviales, selon les techniques conventionnelles de travail du sol a généralisé les phénomènes d'érosion, avec des conséquences environnementales et socio-économiques dramatiques : perte de fertilité, productions très faibles et chutant rapidement, dégradation des terres et jachères, griffes d'érosion, et, de plus, ensablements et dégâts (submersion) aux rizières irriguées des bas-fonds et plaines. Ainsi, ces systèmes pluviaux ne permettent pas, du fait de la fragilité de l'écosystème, de concilier les objectifs de durabilité et de production. Le développement récent de l'élevage laitier à côté des systèmes d'élevage traditionnel augmente la pression de l'homme sur les ressources naturelles.

L'homme, voulant donc produire davantage, a porté atteinte à son environnement. Face à cette situation, une unité de recherche en partenariat (URP SCRiD)<sup>3</sup>, associant le FOFIFA<sup>4</sup>, l'Université d'Antananarivo et le CIRAD<sup>5</sup> a été créée en 2001 pour prendre en charge l'évolution de deux innovations majeures : d'une part, la création et la diffusion des variétés de riz pluvial d'altitude issues du programme de création variétale, initié au milieu des années 70 par le FOFIFA et le CIRAD et, d'autre part, la création et la diffusion de systèmes de culture à base de semis direct sur couvertures végétales (SCV) développés depuis une quinzaine d'années par l'ONG TAFI<sup>6</sup> et le CIRAD. Le défi majeur de développement auquel l'unité se propose de répondre porte sur l'augmentation durable de la production rizicole, par l'amélioration de la productivité et de la durabilité technique et socio-économique des systèmes pluviaux, en promouvant l'adoption des systèmes de culture avec semis direct sur couverture végétale (SCV).

La riziculture pluviale, (riz cultivé sur les terres de versant en saison des pluies) a été introduite sur les hauts plateaux il y a une dizaine d'années après la création de variétés de riz pluvial tolérantes au froid. Etant donnée l'attachement de la population au riz et la saturation des terres inondées, il y a actuellement une forte expansion des surfaces cultivées en riz pluvial. Elle contribue, en complément des rizicultures aquatiques, à la sécurité alimentaire.

Dans les systèmes SCV, le sol est recouvert en permanence par une couverture végétale vivante ou morte qui permet une protection permanente de ce sol. Le semis doit se faire à travers cette couverture, sans travail préalable du sol. L'effet érosif du ruissellement est supprimé ou très fortement diminué. Par rapport aux techniques classiques de défense et restauration des sols, les SCV présentent l'avantage de ne pas exiger d'investissements coûteux, pas toujours à la portée des paysans, comme l'aménagement des terres en courbes de niveau. Les expérimentations menées par l'unité ont révélé, entre autres, que le volume cumulé d'eau ruisselée est nettement plus important pour les systèmes en labour que pour ceux en semis direct. En moyenne, à l'échelle de la parcelle et pendant toute la durée de la saison pluvieuse, le volume d'eau de ruissellement se chiffre entre 100 et 140mm pour les systèmes labourés contre 20 à 40mm pour ceux en SCV. Les SCV sont aussi reconnus pour leur rôle restaurateur de la fertilité du sol, car l'enrichissement du sol en matière organique, suite à l'intensification de l'activité de la méso-faune et de la microfaune sous l'effet des paillis résiduels, favorise le recyclage des minéraux. Ainsi, les SCV semblent les systèmes de gestion du

<sup>3</sup> URP SCRiD : Unité de recherche en partenariat « Systèmes de Culture et Rizicultures Durables »

<sup>4</sup> Centre national de la Recherche appliquée au Développement Rural

<sup>5</sup> Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement

<sup>6</sup> Tany sy Fampandroasana : terre et développement

sol les plus à même de contribuer à l'expansion des systèmes pluviaux sur tanety, traduisant la volonté de l'homme de produire plus tout en préservant son environnement.

Dans la région centrale des hauts plateaux, le Vakinankaratra, le développement des systèmes pluviaux SCV se heurte souvent à la compétition entre l'agriculture et l'élevage pour les résidus de récolte et, plus généralement, de toutes formes de biomasse. L'agriculture à base de SCV en a besoin pour la protection du sol et l'amélioration de sa fertilité, l'élevage en a besoin pour l'alimentation du bétail. Dans cette région quelques 12 197 producteurs laitiers élevant 37 354 têtes sont recensés. La production totale de la région ne cesse d'augmenter passant de 24 millions de litres en 2000 à 28 millions de litres en 2004. L'accroissement de la demande, le dynamisme des transformateurs industriels et artisanaux, la disponibilité en animaux de races performantes ont ces dernières années fortement contribué à cette croissance de la production laitière et au développement socio-économique de la région. L'un des principaux facteurs qui contraint cette dynamique est la disponibilité et l'utilisation raisonnée des ressources fourragères. La contrainte opère tant sur les quantités que sur la qualité des ressources et cela tout particulièrement pendant la longue période sèche qui peut couvrir 6 à 8 mois. Au cours de cette période, les éleveurs utilisent surtout des fourrages du milieu naturel, souvent très grossiers et de faible qualité. Des matières premières et des concentrés sont disponibles tout au long de l'année mais à des prix variant fortement selon la saison et la conjoncture économique, les mettant généralement hors de portée des bourses des paysans.

Au cours des dernières années, les structures d'encadrement agricole (FIFAMANOR<sup>7</sup>, TAFE, et d'autres ONG) ont développé une approche visant à intégrer l'agriculture et l'élevage. Dans ce cadre d'important travaux sur les cultures fourragères et leur double usage de plante de couverture et d'aliment pour cheptel laitier ont été entrepris. Mais à ce jour peu de solutions techniques satisfaisantes sont disponibles : la gamme des plantes fourragères à double usage reste limitée et comporte peu de légumineuse ; les questions de compétition (eau, éléments minéraux, lumière) et de calage de cycle entre cultures fourragères et cultures vivrières, en particulier le riz pluvial, ne sont pas finement analysées; la robustesse des associations et des rotations culture fourragère x riz pluvial face à la variabilité spatio-temporelle des conditions climatiques (la pluviosité mais aussi les basses températures, particulièrement contraignantes de la saison sèche) n'ont pas été testés; les valeurs nutritives des principaux résidus de récoltes et des principales plantes fourragères adaptées aux conditions climatiques de la région ne sont pas bien connues. Au-delà de la disponibilité de solutions technique conciliant production vivrière durable et élevage, source de revenu monétaire pour les exploitations agricoles, on dispose de peu d'information sur les stratégies paysannes d'une manière générale et sur leurs stratégies d'intégration agriculture – élevage, de gestion des résidus de récolte et de l'alimentation du cheptel laitier en particulier.

## Objectifs

L'objectif général est d'assurer sur le long terme la sécurité alimentaire (production de riz pluvial pour l'autoconsommation) et l'apport de revenus pour les paysans (production de surplus de riz, élevage, production de lait, investissement des revenus supplémentaires dans l'agriculture), tout en préservant la durabilité de l'agro-système par l'adoption des SCV au sein des systèmes de cultures pluviaux.

Les objectifs spécifiques sont :

- Mettre au point des systèmes de culture durables à base de riz pluvial, productifs en fourrages : tests de différentes cultures et plantes fourragères associées au riz ou en rotation, calages des cycles du riz et des cultures associées
- Déterminer la valeur nutritive des résidus de récolte et des fourrages
- Caractériser les stratégies paysannes actuelles de gestion de leur exploitation et leurs évolutions
- Confronter par simulation ces systèmes de culture à la diversité biophysique, et à la diversité des systèmes de production et des filières
- Contribuer directement à la formation diplômante d'étudiants malgaches et français de 3<sup>ème</sup> cycle

---

<sup>7</sup> Centre de Développement Rural et de Recherche Appliquée

## **Méthodes**

Afin d'atteindre ces objectifs, nous envisageons de mettre en œuvre une démarche qui privilégiera en premier lieu la compréhension des pratiques et des stratégies paysannes de gestion de leur exploitation avant d'y introduire et de mettre au point, de commun accord avec eux, les innovations techniques leur permettant d'améliorer non seulement leur productivité mais aussi leur revenu et niveau de vie.

### ***Caractérisation des pratiques de gestion des résidus de récolte et de leur valeur nutritive***

#### **Analyses des pratiques**

Des sites représentatifs de la zone de culture pluviale sur les hauts plateaux (région du Vakinankaratra) seront choisis pour les caractérisations en milieu réel et les prélèvements de résidus pour études de laboratoire.

#### **Détermination des stratégies paysannes de gestion des exploitations (CIRAD)**

Des collectes de données seront réalisées sur les sites identifiés afin d'obtenir une typologie des exploitations agricoles existantes, la quantification des sources de revenus et des coûts de production.

#### **Identification des pratiques de gestion des résidus de récolte et de fourrage (CIRAD, TAFA, FIFAMANOR, INA PG)**

Sur les sites identifiés, des enquêtes seront menées sur les pratiques paysannes de gestion de la fertilité des sols et des résidus de récolte. On cherchera à lister les différents comportements face à la gestion des résidus de récolte en fin de cycle cultural, à identifier les motivations, les priorités et les contraintes à l'origine de ces comportements. Comment est gérée la fertilité des sols en fonction des pratiques culturales ? Comment est gérée la compétition entre résidus restitués au sol (paillage ou enfouissement) et fourrage pour l'alimentation des bovins, peut-on la quantifier (quelles pourraient être les recommandations en matière de prélèvement fourrager compatibles avec la durabilité des itinéraires techniques agricoles en SCV), quel est l'impact sur la fertilité des sols (en tenant compte également du retour de fertilisation sous forme de fumier) ?

#### **Gestions des calendriers culturaux (FOFIFA, Université Antananarivo)**

Sur différentes zones agro-écologiques de la région des hauts plateaux, des enquêtes seront menées sur les pratiques paysannes de décision de la date de semis du riz pluvial. On s'intéressera aux comportements face au démarrage de la saison de pluies, à l'appréciation de l'état de l'humidité du sol y afférant, à la manière dont est géré le chevauchement de calendrier cultural entre les systèmes en bas fonds et les différentes cultures en systèmes pluviaux.

#### **Détermination de la valeur nutritive des résidus de récolte et fourrages (FIFAMANOR, CIRAD-Réunion)**

Les valeurs nutritives seront caractérisées en fonction des conditions particulières de prélèvement liées au système SCV (prélèvements compatibles avec les itinéraires techniques agricoles en SCV) par des analyses en spectrométrie dans le proche infra-rouge (SPIR). On caractérisera également les modalités d'utilisation zootechnique de ces fourrages.

Le SPIR permet des dosages rapides, non destructifs et à moindre coût des constituants organiques de la plupart des produits agricoles. Depuis plusieurs années son utilisation fait l'objet d'une dynamique importante dans de nombreuses institutions de recherche internationales et en particulier à l'intérieur du CIRAD où l'enjeu a été dans un premier temps d'évaluer dans les implantations métropolitaines les potentialités de la technique en qualification des matières d'origine tropicale.

L'acquisition largement entamée de références spectrales et analytiques ainsi que l'élaboration de modèles de prédiction spécifiques aux ressources et produits utilisés en milieux chauds démontrent largement les potentialités de cette technique et conduisent à un enjeu nouveau : celui du transfert des capacités de la technique (rapidité, faible coût, non destructif) sur des terrains outremer. Le principe de la technique reposant pour une très large part sur le traitement de données numérisées, cela conduit implicitement à la conception d'un réseau d'appareillages qui, bien que complètement délocalisés, peuvent être standardisés.

### **Expérimentation pour la mise au point d'innovation**

#### **Mise au point et test de systèmes de culture, fortement producteurs de biomasses, à base de riz pluvial (CIRAD, TAFa)**

De nouveaux systèmes SCV sont proposés :

i) systèmes en rotation avec le riz : 1) Maïs + Soja + Vesce, 2) Maïs + Cajanus, 3) Maïs + Radis, 4) Maïs + Radis + Vesce + Cajanus + Eleusine (mélange en interligne), 5) Maïs + lupin, 6) Maïs + Haricot + (vesce + avoine), 7) Maïs + Haricot + (avoine + vesce + radis), 8) Maïs + Eleusine + Crotalaire *spectabilis* en mélange, 9) Maïs + Eleusine + Crotalaire *grahamiana*, en mélange)

ii) des systèmes de renforcement du riz en biomasse (avec double ligne de riz et, installé dans les interlignes en dérobé dès fin janvier, soit de l'Eleusine, du Stylosanthes g., du Cajanus, du Radis fourrager, de la Vesce, soit un mélange d'espèces : Cajanus + radis + vesce + Eleusine).

Ces systèmes seront testés par rapport à la productivité en riz, et à la production de biomasse (cultures fourragères intercalaires au riz ou en rotation avec le riz). Ils seront mis en place et testés sur 3 dispositifs expérimentaux : un dispositif récent (SCRiD, 3 années de SCV), un dispositif ancien (TAFa, 12 années de SCV à Andranomanelatra (1640 m, 15 km au Nord d'Antsirabe), et un dispositif ancien sur Ibity (1540 m, 20 km au Sud d'Antsirabe).

#### **Calage des cycles culturels et analyse fréquentielle de l'effets des aléas climatiques (FOFIFA, Université Antananarivo, INA PG)**

L'intégration, dans de mêmes systèmes à forte production de biomasse, des activités d'élevage et d'agriculture de l'exploitation entraîne des compétitions que l'on ne peut négliger. Dans le cas des cultures associant production rizicole et production de fourrage, la compétition pour l'eau, la lumière et les éléments nutritifs est importante, mais dépend étroitement des conditions climatiques et du calage des cycles par rapport à ces conditions. De plus, si les plantes de couverture peuvent entrer en compétition avec le riz, elles peuvent également avoir des effets bénéfiques d'économie de l'eau (protection contre le ruissellement, augmentation de l'infiltration) ou de mise à disposition des nutriments situés en profondeur. Il est donc nécessaire d'être en mesure de prévoir les risques de déficit hydrique (démarrage de la campagne, sécheresse au cours du cycle) et de connaître l'effet que la présence de plantes de couverture aura sur la résistance des cultures, riz et autres, à ces déficits éventuels.

Notre zone d'étude se situe dans une gamme d'altitude variant de 1500 à 1800 mètres (région du Vakinankaratra). En général, les conditions climatiques de la saison pluvieuse sont favorables à l'agriculture et plus particulièrement à la riziculture pluviale. Elles sont cependant très contraignantes au point de vue calendrier culturel. En effet, il est indispensable d'adopter une période de semis précoce pour pouvoir réussir les cultures semées en dérobée dans le riz, et épargner à la riziculture pluviale les effets néfastes des baisses de température en fin de cycle. Ces baisses, qui occasionnent une forte stérilité des épillets, se traduisent par une baisse notable de la productivité. De plus, certains stades du développement du riz pluvial sont particulièrement sensibles au déficit hydrique, qui entraîne alors une diminution notable du rendement. Une longue période de sécheresse survenant à la levée diminue ainsi le nombre de plants par unité de surface, tandis qu'une sécheresse coïncidant avec le stade d'initiation paniculaire influe sur le nombre de panicules fertiles par plant.

Ces dix dernières années ont été marquées par un retard fréquent de l'installation effective de la saison pluvieuse, il est donc difficile de concilier les besoins hydriques de la culture et ses exigences en régime thermique. Il devient ainsi indispensable de recalculer les cycles culturels avec le régime climatique et plus particulièrement avec le régime pluviométrique. Pour ce faire, une analyse fréquentielle des pluies s'impose pour distinguer les fréquences d'occurrence d'année pluviométrique à risque, et déterminer les risques d'occurrence de longues périodes de sécheresse pour chaque année pluviométrique. Egalement, des essais de calage de cycles culturels seront testés, en faisant varier à la fois les périodes de semis et la longueur des cycles des différentes variétés. On exploitera à cet effet la faculté des SCV, à travers la couverture du sol, de réduire l'évapotranspiration et de favoriser l'infiltration. Le sol conserve donc beaucoup mieux son humidité et permet aux cultures de mieux résister à la sécheresse en cas d'un retard d'installation de la pluviométrie ou d'une période de déficit pluviométrique prolongée.

L'ensemble de ces études devrait ainsi permettre de définir un calendrier culturel plus adapté à la fois à la variation notable du régime climatique de ces dernières années et aux systèmes à forte production de biomasse.

## **Modélisation et prospection**

### **Simulation de scénarios climatiques (CIRAD/Université d'Antananarivo)**

A l'aide du modèle de simulation du fonctionnement des cultures SARRAH (CIRAD) en cours de validation du paramétrage au riz pluvial, il sera possible de tester différents scénarios climatiques. Ces scénarios permettront de simuler les rendements de variétés de riz pluvial en fonction de la zone agro-écologique (principalement en fonction de l'altitude et de son effet sur la température) et d'aléas pluviométriques. Les résultats permettront de déterminer, parmi toutes les variétés, celles qui sont le mieux adaptées à tel scénario, ou encore de définir les caractéristiques de celles qu'il faudrait créer (en prospection pour le programme de sélection variétale).

Le modèle SARRAH est une version « habillée » (plus détaillée) de SARRA, un bilan hydrique dynamique très simple utilisé pour estimer l'impact d'un scénario climatique sur une culture annuelle. SARRAH conserve le principe classique du frein hydrique et le combine avec une croissance potentielle, fonction du rayonnement et de son interception par le couvert, complété par un module phénologique, par une description simple mais dynamique du couvert, et par une élaboration physiologique du rendement.

### **Analyse prospective de l'évolution des systèmes de production (CIRAD)**

L'outil Olympe sera utilisé pour une modélisation des exploitations agricoles, et aidera à l'analyse des stratégies paysannes.

Olympe est un outil de simulation et de modélisation du fonctionnement de l'exploitation agricole basé sur l'analyse systémique. Il possède également un module d'agrégation des exploitations en fonction d'une typologie permettant une approche régionale. Il offre la possibilité de réaliser une modélisation fonctionnelle des systèmes d'exploitations suffisamment détaillée et précise pour permettre l'identification des sources de revenus et des coûts de production, l'analyse économique de rentabilité en fonction des choix techniques et des types de productions, ainsi que l'analyse mensuelle des besoins en main d'œuvre.

Olympe fournit des simulations de résultats économiques aussi bien par système de culture, d'élevage ou d'activité qu'au niveau global de l'exploitation. Olympe utilise la démarche systémique avec une définition des systèmes de cultures/d'élevage et d'activité et des systèmes de productions similaires à ceux définis par Jouve et al, CNEARC. Il permet donc par définition la comparaison de résultats techniques et économiques sur les systèmes de culture mais aussi et surtout entre les exploitations. Il permet donc aussi de replacer toute innovation technique ou organisationnelle et son impact dans le cadre global de l'exploitation agricole, et même d'une petite région. En effet, le module permet de déterminer les évolutions de flux, intrants et produits, besoins en financements et richesse produite par type d'agriculteurs.

Globalement l'utilisation de Olympe peut permettre à chaque opérateur de modéliser le réseau de références dont il sera responsable pour en faciliter le suivi et augmenter les capacités d'analyse. Il permettra également de mesurer l'impact de l'innovation technique, les besoins en crédit et les capacités d'autofinancement des producteurs en fonction de l'évolution de leurs revenus.

### **Analyse filière (CIRAD, FOFIFA)**

La simulation des résultats d'exploitation peut être affinée par une analyse des variables liées aux filières locales riz pluvial, élevage et production laitière. En effet, d'un côté les performances des exploitations sont affectées par la saisonnalité des marchés, l'évolution des prix, les conditions de commercialisation des produits, les tendances de la consommation... ; et d'un autre côté, le développement de systèmes locaux basés sur ces productions devrait avoir un effet sur la dynamique de ces filières et de ces marchés. Ainsi, nous proposons d'étudier les conditions méso-économiques propices à la diffusion rapide de systèmes de culture vivriers à base de riz pluvial fortement producteurs de fourrage.

### **Formation**

L'implication du projet dans la formation est forte :

- Participation directe d'enseignants-chercheurs de l'Université d'Antananarivo et de l'Institut National Agronomique Paris-Grignon (INA P-G).
- Formation par la recherche d'étudiants de troisième cycle : réalisation prévue de 2 thèses (Thèse de Lucile Razafimpamo, inscription en 2<sup>ème</sup> année du projet, Master 2 en 1<sup>ère</sup> année ; thèse d'Ando

Radanielson, inscription en 1<sup>ère</sup> année du projet, demande de financement AUF), et de 16 mémoires de 3<sup>ème</sup> cycle (Master, mémoires d'ingénieurs) sur la durée du projet.

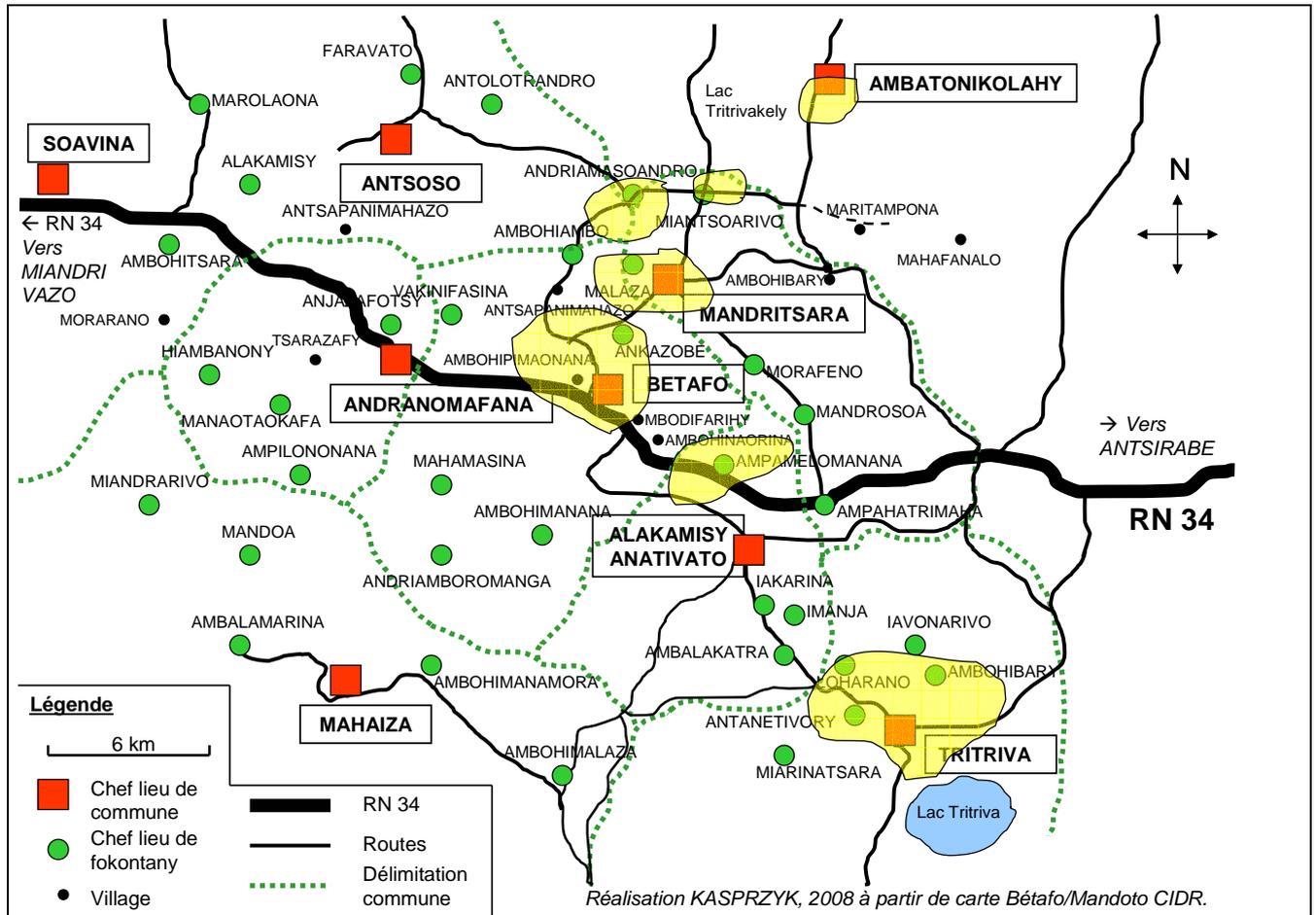
### **Produits attendus**

- Connaissance sur les stratégies paysannes de gestions des exploitations et les pratiques paysannes, notamment pour ce qui concerne les relations entre agriculture et élevage ;
- Amélioration des systèmes de production et du niveau de vie des producteurs grâce à une gestion durable des systèmes de culture pluviaux ;
- Constitution de bases de données sur la valeur nutritive des résidus de récolte et des fourrages ;
- Sur le plan de la formation et de la dynamique de la recherche, outre l'effet direct de formation d'étudiants, nous visons à renforcer des liens déjà existants entre les organismes de recherche, de développement et d'enseignement (FIFAMANOR, FOFIFA, TAFA, Université Antananarivo, INA P-G, CIRAD) au moyen d'une problématique pluridisciplinaire commune.

## Annexe J

### Villages de la zone de Betafo concernés par l'étude.

Afin de prendre en compte la diversité des systèmes de production constatés par les experts locaux, la zone d'étude a été élargie à certains villages situés dans un rayon de quinze kilomètres autour de la ville de Betafo. Ces villages figurent en jaune sur la carte suivante.



## Annexe K

### Enquête Typologique

- Date :
- Nom de l'éleveur :
- Situation géographique :
  - o Nom du village :
  - o combien de temps à pied de Betafo ? :
- Exploitation encadrée par FIFAMANOR (oui/non), contrôlée par FIFAMANOR (oui/non) ?
- Exploitation appartenant à une cooperative (oui/non) ? à une association (oui/non) ?  
Si oui, membre de l'association/coopérative depuis combien de temps ? :  
Objectifs de l'association/coopérative ? :
- Effectif du cheptel laitier total :
  - o Nombre de vaches laitières adultes
  - o Nombre de génisses ?
  - o Nombre de velles/veaux ?
  - o Possède-t-il un taureau ? des taurillons ?
- Race et niveau génétique des individus du troupeau (Zafindraony, croisé race locale-PRN : ½ ; ¾ , 7/8 ; 15/16 ? Holstein ? PRN\*Holstein ?)
- Mode de Reproduction :
  - o Monte naturelle ou insémination artificielle (IA) ?
  - o Si IA, avec quelle semence ? Comment se fait le choix de la semence (par défaut, objectif de changement de race
- Superficie totale sur tanety ?
- Superficie en cultures fourragères sur tanety ?
- Superficie totale en rizières ?
- Superficie en cultures fourragères (en contre-saison) sur rizières ?
- Description de la ration (qualité et quantité) donnée le jour même à une vache choisie dans le troupeau (ex pour une vache au 2<sup>ème</sup> mois de lactation, pour une vache tarie, ...)
- La totalité ou une partie du troupeau va-t-elle au pâturage au cours de l'année ? A quelle période ?
- Commercialisation du lait :
  - o A qui l'exploitant vend-il son lait et à quel prix (Ar/L)
  - o Le jour de l'enquête :
    - Combien vend-il de lait au total ? le matin ? le soir ?
    - Combien autoconsomme-t-il de lait par jour ?
    - Combien laisse-t-il de lait aux veaux ?
- L'exploitant enquêté pratique-t-il une autre activité d'élevage (atelier porc/volaille) ?
  - o Si oui, effectif de l'atelier ?
  - o Valorisation du produit ?
- L'exploitant enquêté pratique-t-il une autre activité agricole dans l'exploitation ?
- L'exploitant enquêté (ou sa femme) pratique-t-il une activité non agricole dans l'exploitation
- L'exploitant enquêté (ou sa femme) pratique-t-il une activité off farm (en tant que MO dans une autre exploitation, en tant que salarié permanent dans une institution par ex) ?

## Annexe L

### Enquête A (Second passage chez l'éleveur)

Date :  
Nom :  
Situation :

---

#### Date d'installation ? Evolution de l'exploitation ? Historique

---

#### Main d'œuvre

Combien de personnes vivent sur l'exploitation :  
Combien de MO familiale ? :  
Le couple travaille-t-il sur l'exploitation a plein temps ? :  
Si non, fait-il (elle) du off farm ? :  
A quelle période de l'année, pendant combien de temps ? :  
Combien de MO extérieure permanente travaillent sur l'EA ? :  
Combien de MO extérieure journalière sont embauchées sur l'EA sur une année, à quelle période précise sont-ils embauchés ?

---

#### Diversification des activités au sein de l'exploitation

##### → Atelier porc

Combien de porcs sont élevés sur l'EA?  
Dans quel objectif : engraissement / reproduction ? :  
De quelle(s) race(s) sont-ils : races améliorées ou locales?  
A quel âge et à quel poids sont-ils vendus ?  
A quelle période de l'année sont-ils vendus ?  
Ou sont-ils vendus ?  
Y a-t-il concurrence au niveau de l'alimentation entre l'atelier porcs et l'atelier bovin lait ?  
Si oui, à quelle période, pour quelle matière première ?

##### Atelier volaille

Combien de poules pondeuses sont élevées sur l'EA ?  
Combien de poules locales sont élevées sur l'EA ?  
Combien de canards sont élevés sur l'EA ?  
Combien de lapins sont élevés sur l'EA ?

##### Production maraîchère

Quel types de légumes commercialisez-vous ?			
A quelle période ?			
Où les vendez-vous ?			
A quel prix ?			

Tous les légumes sont commercialisés, ou une partie est donnée aux vaches laitières ?  
Si oui à quelle période ?

### Production fruitière

Quel types de fruits commercialisez-vous ?			
A quelle période ?			
Où les vendez-vous ?			
A quel prix ?			

Une activité non agricole est-elle développée sur l'EA ?

Expliquer

Cette activité a-t-elle une quelconque influence sur l'atelier d'élevage de bovins laitiers ?

Par rapport au revenu total, quelle est la part de **revenu généré par l'activité de production laitière** ? (jeu des cailloux)

### Autosuffisance en riz ?

Vendez-vous du riz ? A quelle période ? Combien de kg (attention paddy/riz blanc)

Achetez-vous du riz ? A quelle période ? Combien (attention paddy/riz blanc)

### Terrain

Quelle superficie cultivez-vous au total?

Quelle superficie en tanety cultivez-vous ?

Quelle superficie en rizières cultivez-vous ?

Possédez-vous des titres fonciers ?

Louez-vous des surfaces de tanety/de rizières. Si oui, quelle superficie ?

Toute l'année ou à une certaine période de l'année ?

Quelle est la contre-partie (argent, partie de la récolte, préparation de la parcelle pour la prochaine culture)

### Cheptel bovin

Combien de vaches laitières (adultes, ayant déjà vêlé une fois au moins) :

Nom	Age (ou nb lactations)	race	Stade physiologique	Mois IA ou MN	Mois vêlage précédent	Production laitière journalière le jour de l'enquête	Durée de tarissement	Sevrage combien de mois ap MB ?

Combien de génisses (entre 1 ans et premier vêlage)

Nom	Age	race	Née sur l'EA/achetée	Vide/gestante (date IA/MN)

--	--	--	--	--

Combien de taurillons (1 an → 3 ans) ? :

Pourquoi le(s) gardez-vous ?

Combien de veaux/velles ? (moins de 1 an) :

Nom	Age (mois)	race	Sevré ?	Male /femelle	Va-t-il le (la) garder ?

Combien de taureaux ? :

Nom	Age	Race	Né sur l'EA/acheté	Remarques

Combien de bœufs de trait ?

Zébus ou race améliorée ?

Constituent-ils une concurrence en terme d'alimentation pour l'atelier bovin laitier ?

---

**Evolution de l'effectif des bovins laitiers sur un an ? (vente d'animaux, décès, prêts, ...)**

---

**Quels sont vos projets futurs**

## Annexe M

### Enquête B (3<sup>ème</sup> passage chez l'éleveur)

#### 1) Allotement

→ Quelles vaches sont alimentées de la même façon ?

#### 2) Définition des besoins alimentaires ciblés par l'éleveur pour animaux du troupeau laitier

→ Quand les besoins des vaches laitières sont les plus importants ?

→ Quand les besoins des vaches laitières sont les moins importants ?

#### 3) Définition de l'assolement et des périodes d'utilisation de la biomasse produite pour l'alimentation du troupeau laitier

Sur période oct 2007 à oct 2008, quel est votre assolement ? Qu'est ce que vous cultivez sur chaque type de surfaces (rizières/tanety) que vous possédez ?  
(dessiner les différentes parcelles sur une feuille de paire avec l'éleveur)

ex : questions posées à propos du riz cultivé sur rizières : (et remplissage du tableau avec l'éleveur)

- cultivé sur quelle superficie ?
- date de semis (mois) ?
- en association ou en pure ?
- date de récolte (mois) ?
- quantité de pailles produites ?
- achats de pailles de riz pour compléter la production ? quelle quantité ? à quelle(s) périodes(s) ?
- vente de pailles
- période de distribution de ces pailles au troupeau laitier
- forme d'utilisation
- pendant les périodes de distribution, quantité distribuée par lot : vaches laitières à forts besoins, VL à moyens besoins, VL à faibles besoins, génisses, veaux/velles.

→ Et « l'an dernier », est ce que ça se passait de la même façon ? Qu'est ce qui a été différent par rapport à tout ce que tu viens de me dire ?

Ex : **Cultures fourragères** : (et remplissage du tableau avec l'éleveur)

- cultivé sur quelle superficie ?
- date de semis (mois) ?
- en association ou en pure ?
- date de début de récolte (mois) ?
- Nombre de coupes
- date de 1<sup>ère</sup> coupe, 2<sup>ème</sup>, 3<sup>ème</sup> coupe,... (mois)
- quantité de fourrage cultivé produits par coupe et au total
- achats de fourrages pour compléter la production ? quelle quantité ? a quelle(s) périodes(s)
- période de distribution de ces fourrages au troupeau laitier
- forme d'utilisation
- pendant les périodes de distribution, quantité distribuée par lot : vaches laitières à forts besoins, VL à moyens besoins, VL à faibles besoins, génisses, veaux/velles.

→ Et « l'an dernier », est ce que ça se passait de la même façon ? Qu'est ce qui a été différent par rapport à tout ce que tu viens de me dire ?

#### 4) **Les concentrés**

- nature
- si « concentré » produit sur l'EA, même question que précédemment sur la production des matières premières
- si concentré acheté, demander le prix et la/les période(s) d'achat
- quantités distribuées par lot

#### 5) **L'eau**

Mode de distribution : a volonté ou non ? si non, mise à disposition d'eau à quelle période de la journée, et en quelle quantité ?

#### 6) **Référentiel des unités** de l'éleveur enquêté

Quand l'éleveur annonce les quantités en charette, en « sac », en « sobika », en « kapaoka », noter la quantité dans l'unité de l'éleveur. Puis demander à l'éleveur de montrer (par ex) une sobika de fourrage dont il parle et peser cette sobika. Faire ainsi un référentiel du type : chez cet éleveur 1 « sac » de p kisozi pèse 24kg.

---

		2007								2008								Achat?			
	Qté rés/prod	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	juillet	Aout	Sept	Oct		
Riz sur Rizières																					
Maïs																					
Carottes																					
P kisozi																					

## Annexe N

### Enquête C réalisée chez J.P. Quatrième passage chez l'éleveur

Avant de démarrer l'enquête C, je montre à M Jean Pierre les données récoltées au cours des précédentes enquêtes, que j'ai mis sous forme de schéma ou de tableau et que j'ai imprimé au préalable.

- **Historique** (validation des données récoltées)

→ Pouvez-vous préciser les objectifs de l'exploitation ?

- **Nature du revenu de l'EA** (validation des données récoltées)

- **Calendrier de reproduction** (validation des données récoltées)

→ Vous dites qu'une vache laitière a été vendue en mars 2008, pour quelle raison ?

→ Pouvez me dire, pour chacune de vos vaches, la production laitière en début de lactation, au pic de lactation, et en fin de lactation ?

→ Pourquoi ne regroupez-vous pas les mises bas de vos vaches en début de saison des pluies ?

→ les mises bas en juillet ne posent-elles pas problème en terme d'alimentation de ces vaches en début de lactation ?

- **Assolement** (validation des données récoltées)

→ J'ai vu une incohérence entre les données de l'assolement décrit et la surface totale cultivée (tanety/rizières). Il doit y avoir confusion entre les surfaces qui vous appartiennent et les surfaces louées...

→ 15 ares que vous possédez ne sont pas cultivés, pourquoi ?

→ En contre-saison, vos parcelles de rizières sont-elles bien irriguées ?

→ Est-il possible de cultiver des fourrages sur des parcelles en location ?

→ Comment fertilisez-vous vos parcelles de fourrages ? et par rapport aux autres parcelles, les parcelles de fourrages sont plus ou moins fertilisées ?

- **Production de ressources et leur utilisation pour l'alimentation du troupeau laitier** (validation des données récoltées)

→ Vous achetez des pailles de riz, les achetez-vous à une période précise de l'année (achat groupé) ou sur une période étalée (achat étalé)

→ Quelle est l'origine de la trésorerie que vous mobilisez pour les achats de pailles de riz ?

→ Où sont stockées ces pailles de riz ?

→ Les améliorez-vous avec des traitements à l'urée par ex ? si non pourquoi ?

→ La quantité de pailles que vous achetez vous permet d'alimenter votre troupeau jusqu'à quand au plus tard ?

→ Stockez-vous l'herbe ramassée ? Si non pourquoi ?

→ Stockez vous les fourrages cultivés ? Si non, pourquoi ?

→ L'achat de provende et de drèches se fait-il de manière groupé ou étalé ?

→ Quelle est l'origine de la trésorerie que vous mobilisez pour les achats provende et de drèches ?

→ S'il y a stockage de concentrés, où sont-ils stockés?  
- **Calendriers d'alimentation** (validation des données récoltées)

→ Y a-t-il beaucoup de refus des pailles de riz ?  
→ Quelles sont les périodes critiques en terme d'alimentation ?  
→ Quelles stratégies mettez-vous en place pour y faire face ?

→ En cas de problème d'alimentation, quels lots sont privilégiés ?

- **Rations quantitatives distribuées selon le mois et le lot** (validation des données récoltées)

- **Variabilité inter-annuelle**

Dans tout ce que vous m'avez expliqué, concernant l'assolement, la production de ressources et leur utilisation pour l'alimentation du troupeau laitier et les calendriers d'alimentation, qu'est ce qui a changé par rapport à l'année dernière ? et par rapport à l'année précédente ? et l'année prochaine, comptez-vous refaire de la même façon ?

## Annexe O

### Le tableur excell Guide

Le tableur permet d'étudier le système d'alimentation sur une période allant de juillet 2007 à juin 2008. Le pas de temps choisi est de 1 mois.

#### 1- Références animaux

J'ai fait l'hypothèse d'un poids moyen pour les vaches de race améliorée de 450kg de poids vif. (mesure du périmètre thoracique de quelques vaches avec un mètre Sanders). Les vaches de race Zafindraony pèsent 300kg.

Besoins d'entretien, de gestation (7<sup>ème</sup>, 8<sup>ème</sup> et 9<sup>ème</sup> mois) et de production laitière pour une vache laitière de 450/300kg de moyenne tirés du Tableur excell de rationnement des vaches laitières de Philippe Hassoun UMR ERRC (INRA-CITRAD-SupAgro).

Capacité d'ingestion des vaches laitières selon le stade physiologique (entretien et gestation) et la lactation calculé à partir des données de « Alimentation des animaux domestiques », Tome I, les principes. SOLTNER D., 21<sup>ème</sup> édition, 1999. Collection Sciences et techniques agricoles. 176p.

Productions laitières potentielles totales par lactation, en début de lactation, au pic de lactation et en fin de lactation selon la race (PRN pure, ¾ PRN, ½ PRN, Zafindraony, Holstein, PRN\*Holstein) à dire d'experts et tirées de la base de données FIFAMANOR.

#### 2- Références aliments

Données concernant les pourcentages de matière sèche, la valeur en UFL, PDIN, PDIE, Ca et P, l'encombrement des fourrages et concentrés tirés de :

- « Guide des fourrages ». FIFAMANOR, TAFE, GSDM, CIRAD, ARP, SICALAIT. Conduite des systèmes de culture sur couverts végétaux et affouragement des vaches laitières. Guide pour les hautes terres de Madagascar. Mai 2008. 90p.
- Base de données FIFAMANOR
- Tableur excell de rationnement des vaches laitières de Philippe Hassoun UMR ERRC (INRA-CITRAD-SupAgro).
- Alimentation des bovins, ovins et caprins. Besoins des animaux-valeurs des aliments. Tables INRA 2007.
- Cultures fourragères tropicales. ROBERGE G., TOUTAIN B., CIRAD.
- « Alimentation des animaux domestiques », Tome I, les principes. SOLTNER D., 21<sup>ème</sup> édition, 1999. Collection Sciences et techniques agricoles. 176p

Données concernant les productions théoriques minimales, maximales et moyennes des fourrages et tubercules tirées de :

- « Guide des fourrages ». FIFAMANOR, TAFE, GSDM, CIRAD, ARP, SICALAIT. Conduite des systèmes de culture sur couverts végétaux et affouragement des vaches laitières. Guide pour les hautes terres de Madagascar. Mai 2008. 90p.
- Base de données du CEFEL (centre de formation horticole) basé à Antsirabe
- A dire d'experts (agents de terrain Fifamanor de Betafo)

#### 3- Animal

Rentrer la race de la vache laitière. Il en résulte une production laitière (et une capacité d'ingestion) pour le 1<sup>er</sup> mois de lactation, 2<sup>ème</sup> mois de lactation, ... jusqu'au 10<sup>ème</sup> mois de lactation (car la production potentielle est donnée pour une période de lactation de 10 mois). Si la période de lactation de la vache dépasse 10 mois, rentrer des dernières valeurs de production laitière et de CA à la main.  
Replacer la production laitière et la CI de la vache laitière dans le calendrier mensuel à la main.

#### 4- Troupeau

Rentrer le lot auquel appartient chacune des vaches laitières selon les mois de la période étudiée.  
Rentrer le nombre d'animaux par lot selon le mois de la période étudiée.

#### 5- Assolement

Rentrer l'assolement mis en place par l'éleveur sur la période étudiée. Grâce aux valeurs théoriques de production minimum et maximum contenues dans le tableau « références aliments », cette feuille calcule la production théorique sur l'exploitation de chaque culture. Si l'éleveur annonce une quantité produite réelle pour certaines ressources, la rentrer dans la colonne « Produits » (rentrer cette valeur en kg de matière brute). Compléter la case « achat » s'il y a des achats pour certaines ressources. (Rentrer les achats en kg de matière brute).

→ Cette feuille calcule les quantités (en kg de matière sèche) de chacune des ressources disponibles au sein de l'exploitation.

#### 6- Rations

Rentrer les rations par mois et par lot sur la période étudiée. Rentrer les rations en kg de matière brute). La feuille calcul automatiquement les rations distribuées par mois et par lot en kg de matière sèche.  
Sachant combien il y a d'animaux par lot mois par mois, cette feuille calcul la quantité totale de chacune des ressources distribuées mois par mois et sur l'ensemble de la période étudiée.

C'est dans cette feuille que se fait la comparaison : quantité totale d'une ressource distribuée sur la période étudiée à l'ensemble du troupeau / quantité disponible sur l'exploitation de cette même ressource. La colonne « cohérence 1 » comporte 4 types de réponse à la vérification de cette cohérence :

- « ok » : la quantité totale distribuée de la ressource est supérieure au minimum théorique disponible de la ressource sur l'EA et inférieure au maximum théorique disponible de la ressource sur l'EA,
- « pb » : la quantité totale distribuée de la ressource est supérieure au maximum théorique disponible de la ressource sur l'EA,
- « petit » : la quantité totale distribuée de la ressource est inférieure au minimum théorique disponible de la ressource sur l'EA
- « » : manque de donnée concernant la disponibilité théorique de la ressource sur l'EA.

#### 7- V1 (Vache laitière 1)

Etant donné que l'on sait à quel lot appartient la VL1 selon le mois de l'année, la feuille calcule la ration distribuée (en kg de matière sèche) à cette vache laitière 1 mois par mois.

→ Calcul de la valeur d'encombrement du concentré (VEC)

Un tableau calcul les valeurs en énergie (UFL) et en encombrement (UEL) des fourrages distribués rapporté au kg de matière sèche.

La densité énergétique du fourrage peut ainsi être calculée mois par mois.

En utilisant la formule utilisée dans le tableur de M Hassoun (Tableur excell de rationnement des vaches laitières de Philippe Hassoun UMR ERRC (INRA-CITRAD-SupAgro)) je peux déterminer la **valeur d'encombrement du concentré** en fonction de la densité du fourrage (Def), :

Pour une production laitière de 15L/jour et moins	$C = 1,513 * Def^2 - 1,0717 * Def + 0,5259$
Pour une production laitière comprise entre 16 et 20 L/jour	$C = 1,5212 * Def^2 - 1,4232 * Def + 0,6697$
Pour une production laitière comprise entre 21 et 25 L/jour	$C = 1,0257 * Def^2 - 0,9382 * Def + 0,5156$
Pour une production laitière comprise entre 26 et 30 L/jour	$C = 0,6174 * Def^2 - 0,4762 * Def + 0,3475$

Références INRA 1982 p52

Ayant la valeur d'encombrement de chacun des fourrages distribués et la valeur d'encombrement du concentré, je peux calculer l'encombrement généré par les rations distribuées mois par mois à cette vache laitière 1. En comparant cet encombrement du distribué et la capacité d'ingestion de la vache, je peux estimer le refus.

Suite à l'observation et à la description par l'éleveur de l'appétence des différents fourrages distribués et du mode de distribution des aliments au troupeau, je peux faire l'hypothèse suivante : la vache refuse en premier les pailles de maïs, puis la vache refuse les pailles de riz et enfin, la vache refuse « l'herbe ramassée ».

En effet, les pailles de maïs sont peu appréciées par les vaches, car leurs tiges sont trop dures. L'appétence des pailles d'orge dépend de la variété d'orge (AK, peu productive mais très appréciée par les vaches ou 400, très productive mais peu appréciée par les vaches).

La ration est découpée en plusieurs repas.

Souvent, les éleveurs distribuent séparément les pailles, les fourrages verts et les concentrés. Un exemple de mode de distribution :

- pailles de riz distribuées en premier, puis fourrages verts distribués (herbes ramassées et fourrages cultivés), puis concentrés distribués, distribution de chaque type d'aliment avec 30 minutes de décalage, (repas du matin)
- fourrages verts distribués avec du concentré et des pailles de riz (repas de l'après-midi)

Suite à l'application de cette hypothèse, un tableau donne la ration ingérée par la vache laitière 1 mois par mois.

Cette ration initialement exprimée en kg de matière sèche, est convertie en énergie (UFL) et azote (PDIN et PDIE).

La production laitière permise par l'apport en énergie (UFL), et en azote (PDIN et PDIE) est calculée de la façon suivante :

- (Apport en UFL de la ration – besoins d'entretien ou de gestation (7, 8 et 9<sup>ème</sup> mois) en UFL) / besoin en UFL pour produire un litre de lait
- (Apport en PDIN de la ration – besoins d'entretien ou de gestation (7, 8 et 9<sup>ème</sup> mois) en PDI) / besoin en PDI pour produire un litre de lait
- (Apport en PDIE de la ration – besoins d'entretien ou de gestation (7, 8 et 9<sup>ème</sup> mois) en PDI) / besoin en PDI pour produire un litre de lait

La production laitière permise correspond au minimum de ces trois valeurs.

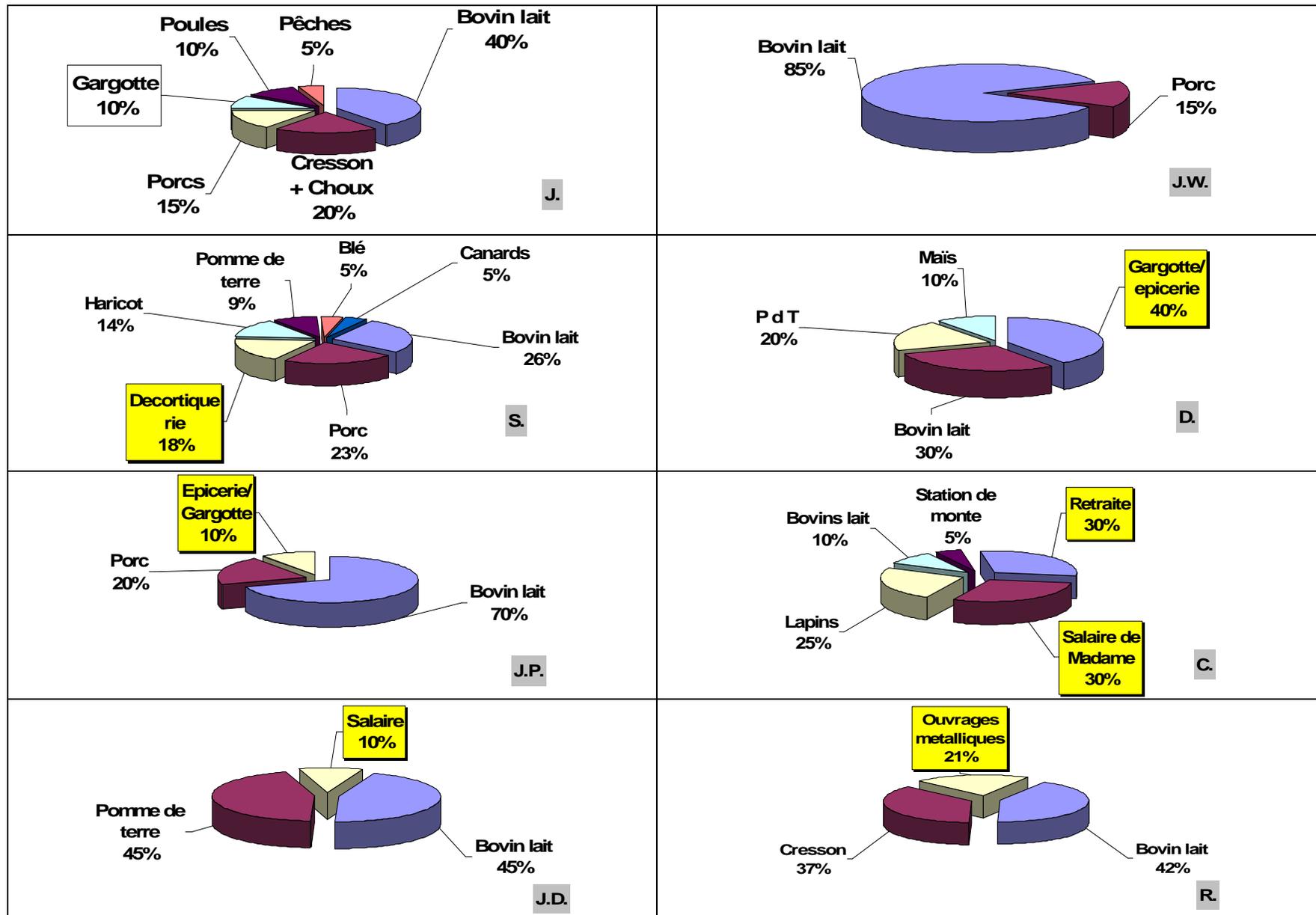
## Annexe P

**Clé typologique appliquée aux 27 exploitations ayant réalisés l'enquête typologique.  
Les 8 exploitations, sélectionnées pour l'analyse plus fine des systèmes d'alimentation,  
sont encadrées en gras.**

Nom	SFDB (ares / eqVL)	Repro	Achat conc (FM /drèches )	Priorité de l'atelier VL	Part du lait dans revenu (%)	Part activités dvlp en interne dans revenu (%)	Part activités dvlp en externe dans revenu (%)	Type
FP	7	IA	oui	oui	30	0	60	5
L	21	IA/MN	oui	oui	40	40	0	4
<b>C</b>	<b>14</b>	<b>IA/MN</b>	<b>oui</b>	<b>oui</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>60</b>	<b>5</b>
<b>R</b>	<b>64</b>	<b>IA</b>	<b>oui</b>	<b>oui</b>	<b>42</b>	<b>0</b>	<b>21</b>	<b>7</b>
<b>JP</b>	<b>23</b>	<b>IA</b>	<b>oui</b>	<b>oui</b>	<b>70</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>4</b>
E	41	IA/MN	non	oui	75	0	25	9
<b>JW</b>	<b>26</b>	<b>IA</b>	<b>oui</b>	<b>oui</b>	<b>85</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
H	13	MN	oui	oui	50	38	0	3
MA	24	IA	oui	oui	55	0	0	2
<b>J</b>	<b>4</b>	<b>MN</b>	<b>non</b>	<b>oui</b>	<b>40</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
<b>D</b>	<b>7</b>	<b>MN/IA</b>	<b>non</b>	<b>oui</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>0</b>	<b>3</b>
<b>JD</b>	<b>24</b>	<b>IA</b>	<b>oui</b>	<b>oui</b>	<b>45</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>6</b>
A	28	IA	oui	oui	30	0	50	6
MAA	11	MN	non	oui	30	25	0	3
GE	42	IA	oui	oui	55	0	3	7
V	43	MN	oui	non	15	50	0	8
JO	45	MN	non	oui	13	0	7	9
<b>S</b>	<b>6</b>	<b>MN</b>	<b>non</b>	<b>oui</b>	<b>26</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>3</b>
AN	2	MN	non	oui	45	20	0	3
HO	3	IA	oui	oui	X	0	X	5
EL	29	IA/MN	oui	oui	X	X	0	4
SA	15	IA/MN	oui	oui	X	0	0	2
PI	12	MN	non	oui	X	0	0	1
FM	20	IA	oui	oui	X	0	0	2
HA	7	MN/IA	non	oui	X	0	0	1
LO	24	IA	oui	oui	X	0	0	2
ZO	20	IA	non	oui	X	X	0	4

X signifie que le chiffre est différent de 0 mais que je ne le connais pas précisément.

Détail de l'élaboration des revenus des exploitations étudiées



En encadré jaune : revenu issu d'une diversification « en interne » ou en « externe » du revenu.

## Annexe Q

### Taille moyenne du troupeau et effectif moyen de vaches laitières par troupeau calculé sur deux échantillons (27 et 18 troupeaux)

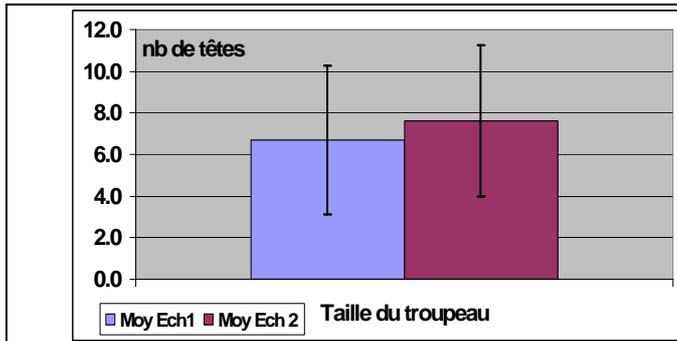


Fig.X : Moyennes des tailles de troupeaux calculées sur les échantillons 1 et 2.

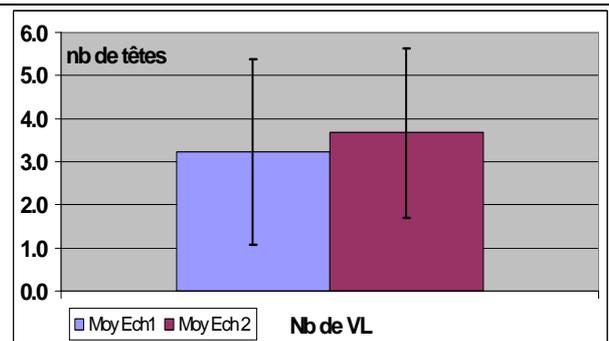


Fig.X : Moyennes des effectifs de VL calculées sur les échantillons 1 et 2.

	Taille du troupeau	Nb de VL	Nb de genisses	Nb de taurillons	Nb de veaux	Nb de taureaux
Moyennes calculées sur Ech1 (26 troupeaux)	6.7	3.2	1.5	0.1	1.8	0.1
Moyennes calculées sur Ech 2 (18 troupeaux)	7.6	3.7	1.6	0.2	2.1	0.2
Ecart Type Ech 1 (27 troupeaux)	3.6	2.1	1.3	0.3	1.2	0.3
Ecart Type Ech 2 (19 troupeaux)	3.6	2.0	1.4	0.4	1.3	0.4

Les valeurs calculées (taille du troupeau et nombre de vaches laitières par troupeau) varient au maximum de 14% d'un échantillon à l'autre.

Annexe R

Quelques assolements 07-08 des exploitations étudiées.

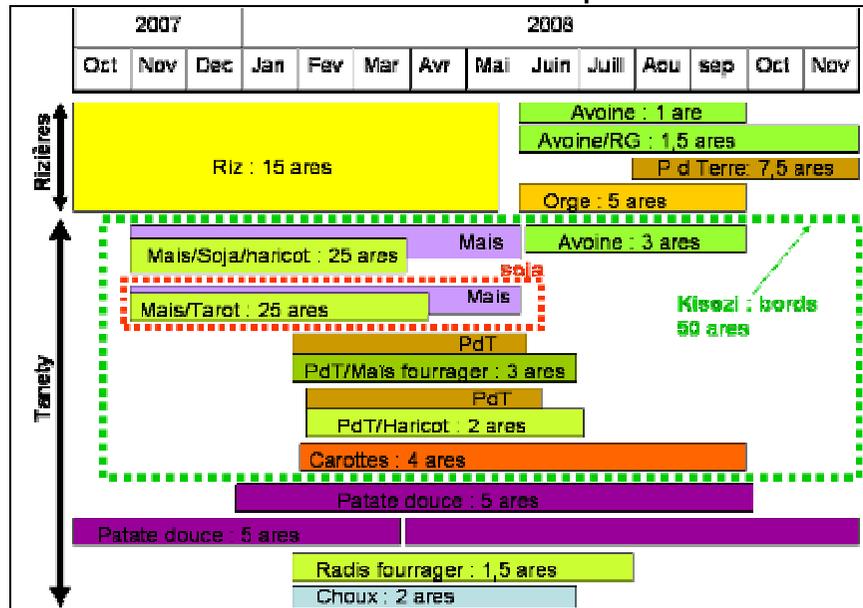


Fig.X : Assolement 07-08 de J.

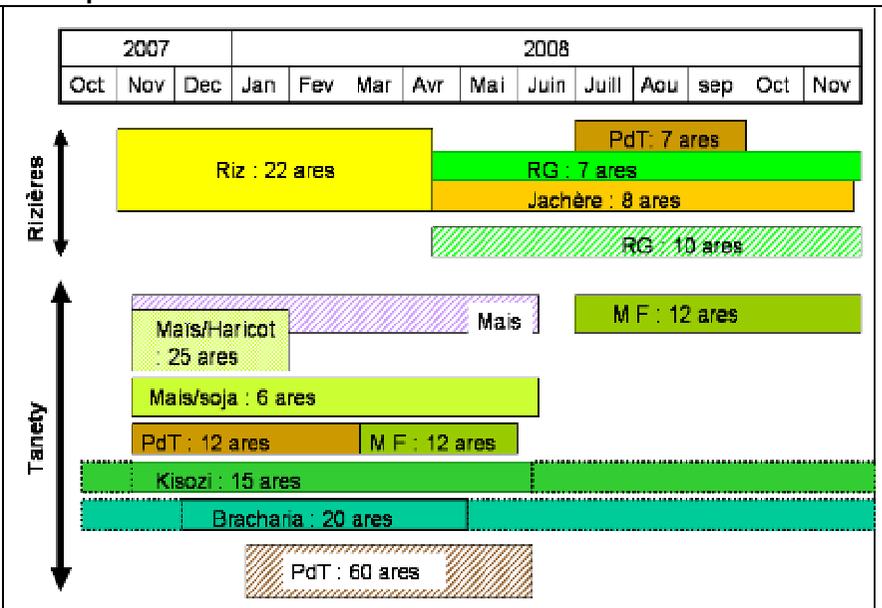


Fig.X : Assolement 07-08 de J.D.

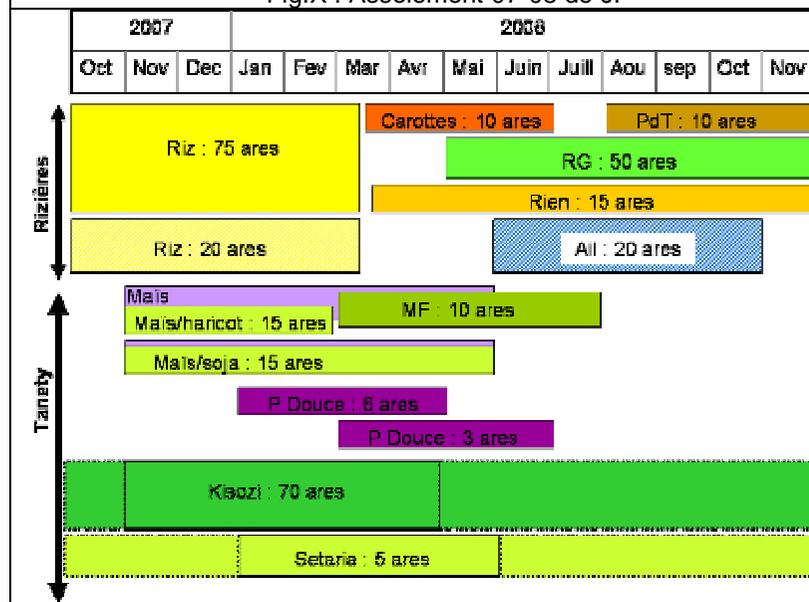


Fig.X : Assolement 07-08 de J.P.

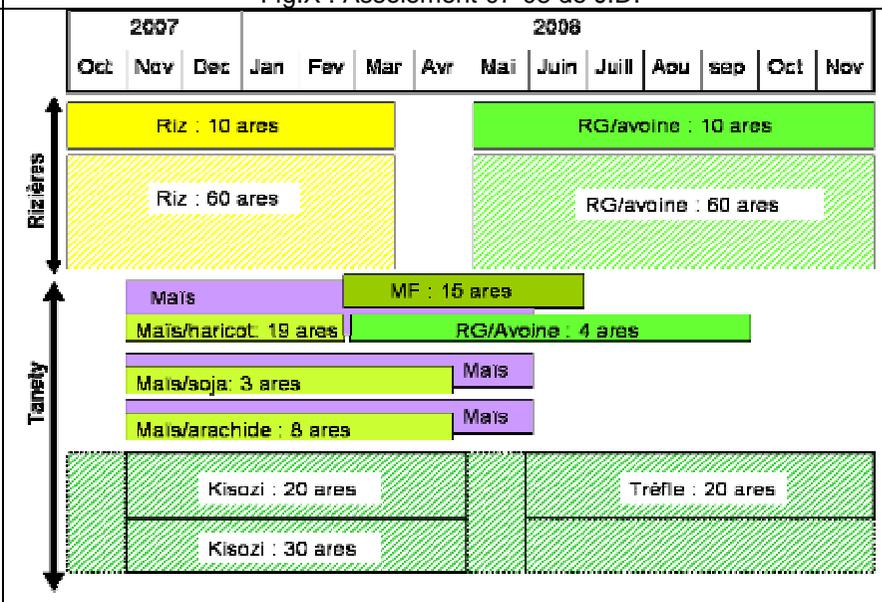
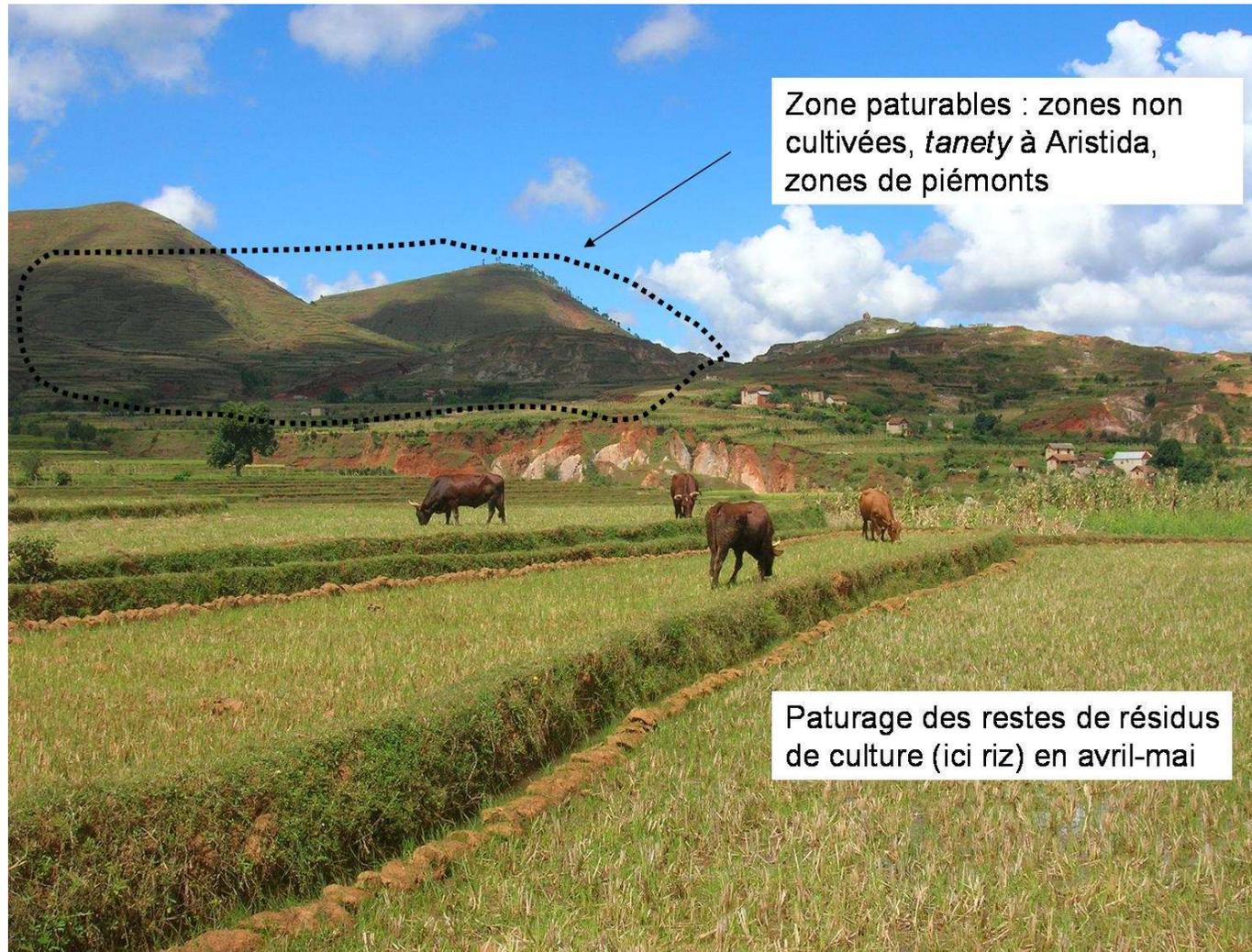


Fig.X : Assolement 07-08 de J.W.

**Annexe S**  
**Les surfaces pâturées**



Les deux types de surfaces pâturées sont les *tanety* à Aristida (la majeure partie de l'année) et les restes de résidus de cultures (avril-mai). Cependant, la pression foncière présente dans la zone réduit d'année en année les surfaces de pâturages et le chargement, ne cesse d'augmenter à cause des bœufs de trait. La diminution de la quantité d'herbe disponible et la dégradation de sa qualité qui découle de la pression foncière limitent l'usage des pâturages pour alimenter les troupeaux laitiers.

## Annexe T

### Les prix des fourrages, concentrés et matières premières pour la fabrication de concentrés

	Aliment	Prix (en Ar/kg)
Fourrages	Pailles de riz	40 à 50
	Herbes sauvages en saison des pluies	10 à 15
	Herbes sauvages en saison sèche	20 à 50
	Kisozi (Mandritsara, Tritriva)	25 à 30
	Maïs fourrager (Betafo ville)	15 à 25
	Avoine (Betafo ville)	150 à 250
Concentrés achetés	Feed Mill acheté en gros (coopérative)	450 à 500
	Feed Mill acheté au détaillant	800
	Drèches achetées en gros	85 à 90
	Drèches acheté au détaillant	150
Matières premières pour fabrication de provende	Son de blé	425 à 450
	Son de riz	250
	Soja	450 à 500
	Carottes	100
	Patates douces	300
	Manioc sec	400
	Pommes de terre	400

Fig.X : Prix des fourrages, concentrés et matières premières sur le marché de Betafo en 2008  
(élaboration propre)

Les **fourrages** produits en contre saison, quelque soit leur qualité nutritionnelle, sont plus chers que les fourrages produits en saison des pluies. Mais ce sont les fourrages verts produits en contre saison (ex Avoine) qui sont les plus cher

Le prix de **l'herbe ramassée** varie du simple au double entre la saison des pluies et la saison sèche.

Un véritable marché des **pailles de riz** existe dans l'ensemble de la zone étudiée. La vente des pailles a lieu principalement aux mois d'avril-mai et parfois en juin. Certains vendeurs vont même jusqu'à spéculer sur les pailles de riz.

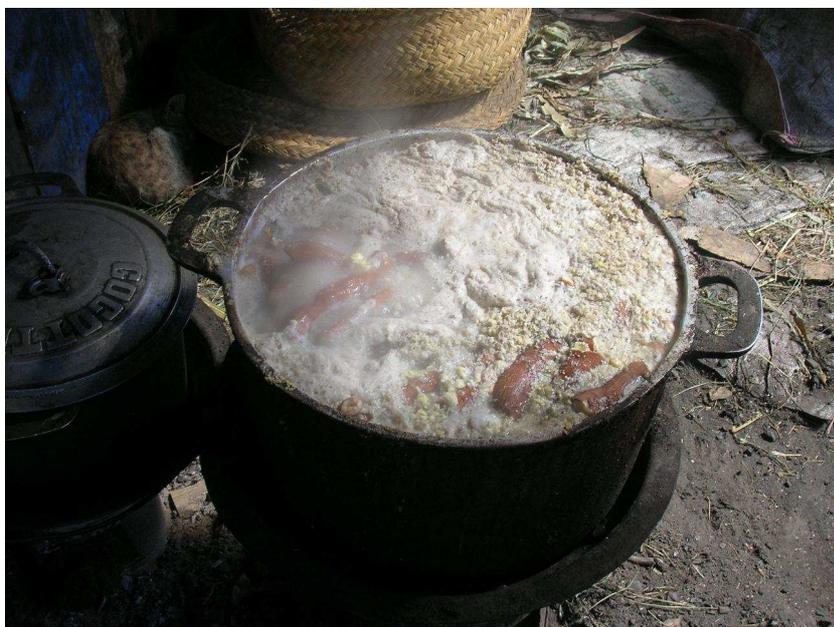
Un véritable « marché » de la « traction animale » existe, générant une migration saisonnière de zébus venant d'une zone plus éloignée à l'ouest vers la zone de Betafo pour y réaliser les travaux culturaux. Une journée de travail d'un attelage (4 heures à plein temps) coûte 10000Ar.

## Annexe U

Quelques photos pour illustrer les ressources alimentaires mobilisées par les troupeaux laitiers



Pailles de riz au moment de la récolte. Photo prise par Kasprzyk M., en avril 08 à Betafo.



Préparation de la provende artisanale. Photo prise par Kasprzyk M., en juin 08 à Tritriva

## Annexe V

### Les calendriers d'alimentation étudiés

Légende :

PdR	Pailles de riz	RG	Ray grass
T et F de maïs	Tiges et feuilles de maïs	MF	Maïs fourrager
PdO	Pailles d'orge	RF	Radis fourrager
HR	Herbe ramassée (sauvage)	T	trèfle
Pat	pâturage	Brach	brachiaria
F de patates D	Feuilles de patates douces	Ens	ensilage
F de choux	Feuilles de choux		
Patates D	Patates douces	FM	Provende Feed Mill
PdT	Pommes de terre	D	Drèches
SB	Son de blé	Prov F	Provende fabriquée

2007						2008					
Juill	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J
PdR + RG + HR					PdR + kisozi + RG + HR	PdR + kisozi + HR	kisozi + HR				
FM ou prov F					FM ou prov F	FM ou prov F	FM ou prov F				

R.

2007							2008							
J	Juill	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J		
PdR + kisozi + MF	PdR + Avoine/RG + MF	PdR + Avoine/RG	PdR + Avoine/RG			PdR		PdR	PdR + T et F de maïs + kisozi	T et F de maïs + kisozi	kisozi		PdR + kisozi + MF	PdR + kisozi + MF
Prov F + PdT + carottes	Prov F + carottes	Prov F + carottes	Prov F			Prov F		Prov F + PdT	Prov F	Prov F	Prov F	Prov F	Prov F	Prov F + PdT + carottes

S.

2007							2008						
J	Juill	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	
PdR + RG + HR	PdR + RG + MF + HR	PdR + RG + HR	PdR + RG + HR			kisozi + RG + HR	T et F de maïs + kisozi + RG + HR	T et F de maïs + kisozi + setaria + HR	PdR + kisozi + setaria + HR		PdR + kisozi + setaria + HR		PdR + RG + HR
FM + D + Patates D + carottes	FM + D + Patates D + carottes	FM + D + carottes	FM + D			FM + D	FM + D	FM + D		FM + D		FM + D + Patates D	FM + D + Patates D + carottes

J.P.

2007							2008						
J	Juill	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Juill
PdR + RG + HR		PdR + RG			PdR + RG + MF + HR	MF + HR	Brach + kisozi + HR			kisozi + HR	kisozi + MF + HR	PdR + RG + HR	
Prov F		Prov F			Prov F	Prov F	Prov F			Prov F	Prov F	Prov F	

J.D.

2007							2008					
J	Juill	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J
kisozi + F de Patates D + RF + MF + F de choux + HR + Pat	avoine + RG + F de patates D + RF + HR + Pat	PdR + avoine + RG + F de patates D + HR + Pat	PdR + T et F de maïs + avoine + RG + F de patates D + HR + Pat	PdR + T et F de maïs + RG + PdO + HR + Pat	PdR + RG + HR + Pat	PdR + kisozi + RG + HR + Pat	kisozi + HR + Pat	kisozi + F de patates D + HR + Pat	kisozi + F de patates D + HR + Pat			kisozi + F de patates D + RF + MF + F de choux + HR + Pat
carottes + soja + patates D	carottes + soja + patates D	carottes + soja + patates D	carottes + soja + patates D				PdT	PdT + patates D	soja + patates D			carottes + soja + patates D

J.

2007							2008					
J	Juill	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J
PdR + Avoine/RG + HR			PdR + Ens + Avoine/RG + HR	PdR + Ens + HR		PdR + kisozi + HR	PdR + kisozi + Avoine/RG + HR			PdR + Avoine/RG + HR		PdR + Avoine/RG + HR
Qté 1 FM et/ou FB et/ou D			Qté 1 FM et/ou FB et/ou D	Qté 1 FM et/ou FB et/ou D		Qté 2 FM et/ou FB et/ou D	Qté 2 FM et/ou FB et/ou D			Qté 2 FM et/ou FB et/ou D		Qté 1 FM et/ou FB et/ou D

C.

2007							2008						
J	Juill	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	
Avoine+radis F+HR	PdRiz+Pdmais+avoine+R adis F+HR	PdRiz + Pdmais + avoine + radis F + HR		PdRiz + Pdmais + avoine + HR	PdRiz + Pdmais + HR	PdRiz + Pdmais + HR	PdRiz + Pdmais + kisozi + HR	F de maïs en vert + kisozi + HR	Kisozi + avoine + MF + HR			Kisozi+avoine+R adis F+MF+HR	Avoine+radis F+MF+HR
PdT+carottes+soja+patate D+manioc+SB	Carottes+soja+patate D+manioc+SB	Carottes+soja+patates D+manioc+SB		Carottes+soja+manioc+SB	PdT+soja+manioc+SB	Soja+manioc+SB	Soja+manioc+SB	Soja+Patate D+manioc+SB	Soja+patate D+manioc+SB			Soja+patate D+manioc+SB	PdT+carottes+soja+Patate D+manioc+SB

D.

2007							2008					
J	Juill	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J
PdR + Avoine/RG + T + MF + FM + D	PdR + Avoine/RG + T + HR					PdR + kisozi + Avoine/RG + T + FM + D	kisozi + HR					PdR + Avoine/RG + T + MF + FM + D
	FM + D					FM + D	FM + D					FM + D

J.W.

## Annexe W

### Vérification de la cohérence des données quantitatives récoltées.

Afin de pouvoir analyser les données de façon quantitative, il faut s'assurer de la cohérence des données récoltées. Pour chaque type d'aliment produit sur l'exploitation : fourrages cultivés, résidus de culture, matières premières pour la fabrication/complémentation de provendes, notée « concentré », la quantité produite sur l'exploitation et achetée a été comparée à la quantité totale distribuée au troupeau sur la période étudiée. Les calculs portent sur les matières sèches des aliments. Ayant prouvé auparavant une variabilité inter-annuelle concernant les assolements et les rations distribuées faible, je fais l'hypothèse qu'elle est nulle pour réaliser ces calculs. Le tableau n°1 ci-dessous présente un exemple de ce calcul de cohérence pour S.

Tableau n°1 :Vérification de la cohérence n°1 pour S.

	Production min (kg de MS)	Production max (kg de MS)	Achat (kg de MS)	Disponible min sur l'EA (kg de MS)	Disponible max sur l'EA (kg de MS)	Distribué (kg de MS)	% ecart
Pailles de riz	2025	2025	567	2592	2592	2867	+11
Pennisetum Kisozi	800	4000	0	800	4000	740	-8
Avoine/ray grass	180	360	0	180	360	324	ok
Carottes	45	88	0	45	87.5	53	ok
Pommes de terre	44	66	0	44	66	36	-18

*Le jaune correspond aux pailles, le vert aux fourrages cultivés et le violet aux « concentrés »*

Lorsque pour les pailles de riz, les valeurs des ressources disponibles minimum et maximum sont identiques, c'est que j'ai pris la quantité produite sur l'exploitation estimée par l'éleveur et non la quantité potentielle calculée selon la surface cultivée. On observe que la quantité de pailles de riz distribuée est supérieure de 11% à la quantité disponible sur l'exploitation. Au contraire, les quantités de kisozi et de pommes de terre distribuées sont légèrement inférieures à celle disponibles. **Ainsi, je fais l'hypothèse que si le pourcentage d'écart entre la quantité maximum/minimum d'un aliment disponible et la quantité distribuée est supérieur à 35%, les données sont incohérentes. Au-dessous de cette valeur, je considère que les données sont cohérentes et que la variation est due aux valeurs de références utilisées.**

Les données récoltées auprès de S. sont cohérentes, cependant celles de R. ne le sont pas. En effet, les quantités de kisozi et de ray grass distribuées sont très inférieures aux valeurs disponibles (plus de 85% de différences). Cf Tableau n°2.

Tableau n°2 :Vérification de la cohérence n°1 pour R.

	Production min (kg de MS)	Production max (kg de MS)	Achat (kg de MS)	Disponible min sur l'EA (kg de MS)	Disponible max sur l'EA (kg de MS)	Distribué (kg de MS)	% ecart
Pailles de riz	3240	2430	2430	5670	5670	6002	+6
Pennisetum Kisozi	30000	150000	0	30000	150000	2295	-92
Ray grass	14400	27000	0	14400	27000	1901	-87

*Le jaune correspond aux pailles, le vert aux fourrages cultivés et le violet aux « concentrés »*

Ces calculs ont été réalisés pour l'ensemble des 8 exploitations étudiées. Ils sont résumés dans le tableau n°3. Les différents types de fourrages, de pailles et de « concentrés » n'ont pas été distingués. Dans ce tableau figurent les données par catégorie d'aliment : fourrages cultivés, pailles et « concentrés ». Pour les différents calculs concernant les fourrages cultivés, les valeurs pour chaque fourrage ont été sommées, de même pour les pailles et les concentrés. Un pourcentage d'écart a été calculé :

- par rapport à la valeur minimum, si le distribué est inférieur au disponible (noté -)
- par rapport à la valeur maximum, si le distribué est supérieur au disponible (noté +)

Tableau n°3 : Vérification de la cohérence n°1 pour les 8 exploitations étudiées.

Les valeurs sont exprimées en kg de matière sèche.

	Σ prod + achat min FC	Σ prod + achat max FC	Σ FC distribués	% ecart	Σ prod + achat min pailles	Σ prod + achat max pailles	Σ pailles distribuées	% ecart	Σ prod + achat min "concentrés"	Σ prod + achat max "concentrés"	Σ "concentrés" distribués	
J	795	2495	1934	ok	1541	1591	1616	-2	334	696	447	ok
JW	12860	39920	9254	-29	2511	2511	1944	-23	0	0	0	
S	980	4360	1064	ok	2592	2592	2867	+11	89	154	89	ok
D	840	2660	2203	ok	5568	5568	4937	-11	726	2059	1112	ok
JP	11806	43406	16388	ok	6156	6156	5249	-15	287	730	518	ok
C	6450	14700	4254	-34	3321	3321	4180	+26	0	0	0	
JD	5860	15050	4569	-22	3897	3897	3742	-4	0	0	0	
R	44400	177000	4196	-91	5670	5670	6002	+6	0	0	0	

Le jaune correspond aux pailles, le vert aux fourrages cultivés et le violet aux « concentrés »

Σ : somme ; FC : fourrages cultivés ;

Dans la majorité des situations, les données récoltées sont cohérentes. Ce travail d'analyse de la cohérence est important car il a permis de mettre en évidence le fait que les données de R. sont incohérentes. Si cette analyse préalable n'avait pas été faite, j'aurais sans doute analysé les données quantitatives de cette exploitation sans me douter qu'elles ne rimaient à rien. L'analyse quantitative des données a donc concerné toutes les exploitations sauf celle de R.

Une vérification de la cohérence entre les données estimées par l'éleveur de production au pic et totale est réalisée pour les vaches de race améliorée en multipliant la production au pic par 200 pour obtenir la production totale (Bocquier, 2007). Cette vérification montre que ces données sont cohérentes (écart maximal de 25% par rapport à la valeur maximale).

## Annexe X

**Comparaison par vache des productions laitières estimée et potentielle au pic de lactation et totale par lactation. Comparaison pour les 8 troupeaux étudiés.**

			Prod au pic déclarée	Prod au pic potentielle	Prod totale déclarée	Prod totale potentielle
J.	Type 1	V1	7	8	730	1200
		V2	5	8	520	1200
J.W.	Type 2	V1	24	30	4500	5500
		V2	20	30	3600	5500
		V3	22	30	4200	5500
		V4	20	30	4200	5500
		V5	17	20	3600	4000
S.	Type 3	V1	28	30		5500
		V2	8	30		5500
D.	Type 3	V1	20	25	4170	4500
		V2	9	14	1770	2500
		V3	12	25	2640	4500
J.P.	Type 4	V1	20	30	4200	5500
		V2	16	30	3300	5500
		V3	16	30	3300	5500
		V4	20	30	4200	5500
		V5	18	20	3600	4000
C.	Type 5	V1	24	30	5000	5500
		V2	23	30	5000	5500
		V3	25	30	5000	5500
J.D.	Type 6	V1	25	30	5500	5500
		V2	20	30	3000	5500
		V3	20	30	4300	5500
R.	Type 7	V1	22	30	3900	5500
		V2	12	30	1350	5500
		V3	12	30	1350	5500
		V4	22	30	3900	5500
		V5	22	30	3900	5500
		V6	22	25	3900	4500

## Annexe Y

### Comparaison des performances du système fourrager...

On travaille sur des systèmes où la production de fumier est excédentaire par rapport aux surfaces cultivées. Etant donné l'importance des cultures vivrières, elle est systématiquement utilisée pour fumer les parcelles de l'exploitation et semble être rarement vendue car son prix est peu intéressant. Ponctuellement, elle peut être échangée contre des fourrages, mais cela reste une pratique rare. Une analyse des pratiques culturales des exploitations étudiée montre que les parcelles sont fertilisées avec des quantités de fumier allant jusqu'à 2 à 3 fois plus que les recommandations (cf. tableau 1).

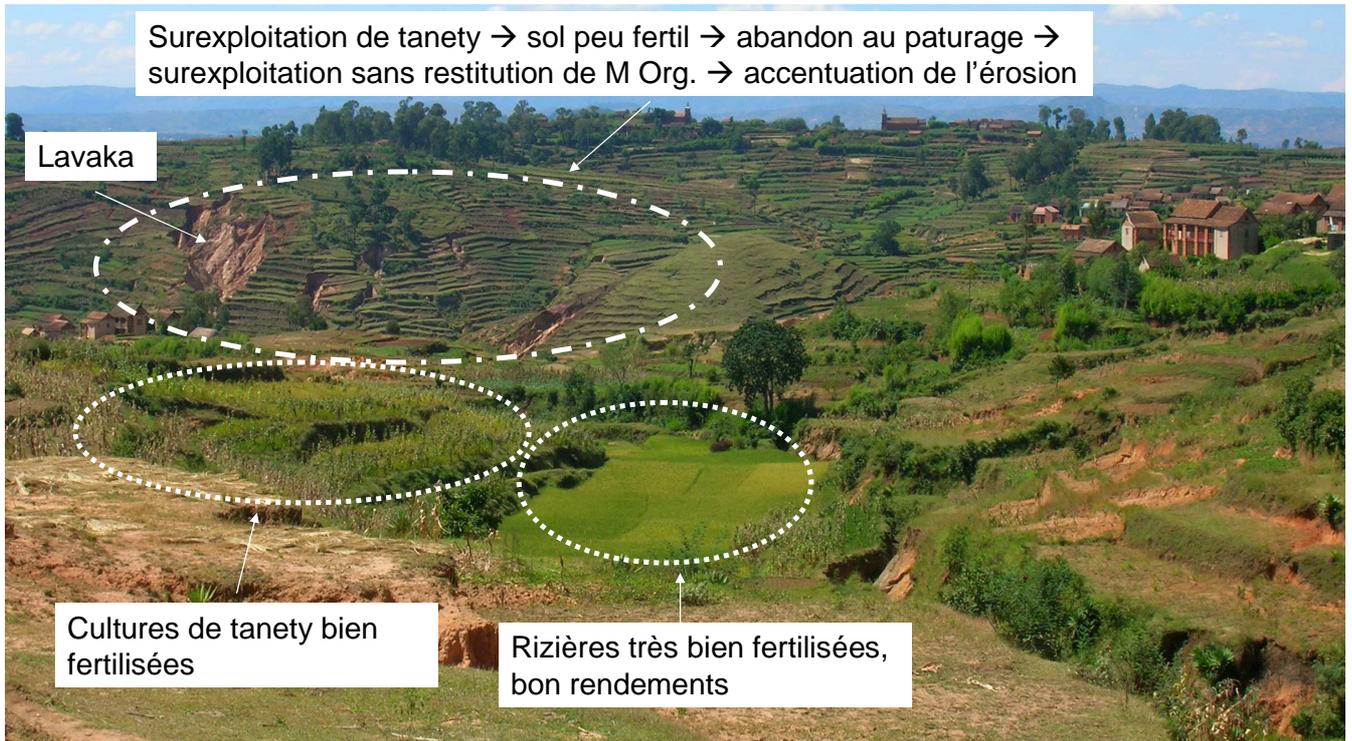
Tableau n°1 : Recommandations de fertilisation des fourrages cultivés

Fourrage	Recommandations de fertilisation
Avoine et ray grass	150kg/are de fumier (semis) + 3kg/are de NPK + 1kg/are d'urée à chaque coupe
Kisozi, setaria	150kg/are de fumier (transplantation de souche) + 3kg/are de NPK + 1,5kg/are d'urée à chaque coupe

Les fourrages sont fertilisés, souvent à 2 périodes : au semis (annuelles) ou à la transplantation de souche (pérenne) → fumier + NPK puis après chaque coupe → urée. Cependant, il faut souligner que les fourrages vont être fertilisés avec toujours comme priorité pour l'éleveur la culture vivrière qui sera cultivée ensuite sur la même parcelle (riz, maïs ou cultures fourragères).

Face à l'augmentation du prix des engrais, les engrais (NPK, urée) sont de moins en moins achetés et compensés par une dose supplémentaire de fumier. Nous sommes dans des systèmes culturaux sur sols bruns volcaniques donc « riches » et fertilisés de manière importante. Bien que la jachère disparaisse sous la pression démographique, il semblerait qu'il n'y ait pas de véritables problèmes de fertilité des sols dans la zone.

Le problème est que la biomasse prélevée à un endroit n'y est pas toujours restituée sous forme de fumier. Prenons l'exemple de J. qui fait pâturer ses vaches. La biomasse (herbes *Aristida*) est prélevée sur des tanety non cultivés durant la journée. Cependant, le soir, le troupeau est rentré à l'étable où il dépose une grande quantité de fumier qui sera ensuite déposée sur les parcelles prioritaires, c'est-à-dire de cultures vivrières (riz, maïs, pommes de terre). La faible restitution en matières organiques sur ces tanety, non cultivés car pauvre du point de vu de la fertilité, empire le phénomène de perte de fertilité ce qui entraîne des problèmes d'érosion.



Différentes utilisations des différents types de surfaces et influence sur l'érosion. Photo prise par Kasprzyk M. Le 19/04/08. lavonarivo.

Si on analyse les rendements du système fourrager, et qu'on les compare à des rendements de références (tirés du « guide des Fourrages », Fifamanor, Cirad, 2008), on observe :

- pour le kisozi que les rendements obtenus tendent vers la valeur minimum de référence, cad 100 kg de matière sèche par are. Deux éleveurs, D. et J.D. obtiennent des rendements meilleurs : 152 et 252 kg de MS/are, les parcelles de kisozi, cultivées sur plusieurs années, ne sont pas prioritaires en terme de fertilisation,
- pour le ray grass, les rendements sont beaucoup plus proches de la valeur maximale (150kg MS/are) ; le ray grass cultivé sur rizières en contre saison, bénéficie d'une fertilisation importante, car il précède la culture de riz.

Rendement en kg de MS/are	J.	J.W.	S.	D.	J.P.	C.	J.D.	min potentiel	max potentiel
Type	1	2	3a	3b	4	5	6		
P kisozi	503	89	92	152	111	252	89	100	500
Setaria					294			100	120
Bracharia							51	150	250
Avoine	34			107				30	80
RG	186				137		130	80	150
Avoine/RG		58	162			50		90	180
Trèfle		25						60	80

Rendements des différentes cultures de chaque exploitation étudiée.

## Annexe Z

### Comparaison des systèmes de production laitiers au Maroc et à Madagascar

Le bassin de collecte de la zone d'étude se distingue des bassins de collecte laitiers des pays développés basés sur de grandes exploitations et des situations rencontrées en Afrique de l'ouest où des mini-laiteries s'approvisionnent auprès d'éleveurs pastoraux et assurent une transformation minimale de la matière première (Corniaux et al, 2005 cité par Le Gal et al, 2007).

Tout comme au Maroc, dans la région du Tadla, mais à une échelle plus petite, le bassin de collecte de Betafo comprend 3 entités bien différenciées :

- une laiterie industrielle principale appartenant à un privé : TIKO,
- 6 centres de collecte (coopératives et privés), vendant majoritairement le lait à TIKO,
- entre 800 et 1000 producteurs laitiers.

Cependant, par rapport au Maroc, où la filière lait bien que plus récente est mieux organisée, la filière laitière dans le triangle laitier et plus particulièrement dans la région du Vakinankaratra, semble moins organisée et plus fragile. Les producteurs contestent le prix du lait, qui n'a pas suivi l'évolution du prix des intrants et sont impuissants face aux situations où leur lait est refusé. Pourtant en terme d'amélioration génétique des troupeaux, de gros travaux ont été réalisés à Madagascar comme au Maroc. Il semblerait même qu'à Madagascar Fifamanor ait permis une diffusion plus importante des races importées (pie rouge norvégienne principalement) que dans le cas du Maroc où les troupeaux se composent de 28% de vaches races améliorées (Montbéliarde et Prim'Holstein) et de 60% de vaches croisées à différents degrés. (Kuper et al, 2005). Les systèmes laitiers de la zone étudiée à Madagascar se caractérisent par un foncier limité (moins de 2ha pour la majorité des exploitations étudiées), composé de rizières et de tanety ainsi que d'une agriculture non mécanisée (traction bovine, et travail à l'*angady* (sorte de bêche)). Au Maroc, la région du Tadla fait partie d'un périmètre irrigué où la contrainte foncière semble moins forte et où l'agriculture est en partie mécanisée (tracteurs privés ou en coopérative). Ces deux contextes très différents vont avoir des conséquences sur les systèmes d'alimentation mis en place par les éleveurs laitiers. A Betafo, les troupeaux comptent moins de têtes qu'au Tadla : 7 têtes de bovin dont 3 vaches laitières à Betafo contre 15 dont 5 vaches laitières au Tadla. Les systèmes malgaches sont axés uniquement sur la production laitière, les veaux mâles étant vendus à quelques semaines sans engraissement. En effet, les surfaces disponibles ne permettent pas cette diversification au sein de l'atelier laitier, une diversification qui existe au Tadla. Les systèmes d'alimentation, relativement simple au Tadla, sont beaucoup plus compliqués à Betafo car les éleveurs y combinent des ressources plus diversifiées. De plus, l'éleveur malgache ne cultive jamais uniquement des fourrages sur ces parcelles, au mieux, elles viennent en seconde position après le riz. Cependant, dans la majorité des cas, ce sont les cultures vivrières qui sont prioritaires, le manque de fourrages produits sur l'exploitation étant compensé par les « herbes sauvages » (coupées au bord des chemins et des parcelles) et le pâturage. Mais dans la majorité des cas, tout comme au Tadla, les vaches laitières ne pâturent pas. Elles sont en stabulation entravée tout au long de la journée, dans une étable cachée au fond du jardin et ainsi protégée du vol.

		Madagascar,	Maroc
Fourrages distribués en vert	graminé e	Pennisetum purpureum (var kisozi) Avoine, Ray grass, Brachiaria riziziensis, Sétaria, maïs fourrager, feuilles de maïs en vert	Maïs en vert, maïs ensilage
	Légumineuse	trèfle	Luzerne, Trèfle d'Alexandrie
	Crucifère	Radis fourrager	
Foins			Foin de luzerne
Pailles		Pailles de riz	Pailles de blé
		Pailles de maïs	
		Pailles d'orge	
Tubercules		Carottes, pommes de terre, patates douces, manioc	
Concentrés		Provende feed mill, Drèches de brasserie, son de blé, soja,	Pulpe sèche de betterave, son de blé

Bien que les systèmes d'alimentation malgaches soient plus contraints (pression foncière, pas de mécanisation, priorité au riz) par rapport à ceux du Maroc (Cf tableau n°X), en comparant les performances laitières des vaches, on observe qu'elles sont similaires. Ce qui montre que dans les deux cas étudiés, malgré un contexte différent, certains éleveurs arrivent à optimiser leur atelier vaches laitières même dans des conditions plus contraignantes, tandis que d'autres le valorisent peu même dans des conditions moins contraignantes.

	Volume total collecté (l)	Effectif total vaches laitières	Performance moyenne par VL (l)
Kriña	3 310 109	1403	2 359
M'haj	183 025	112	1 634
Ahd el Jadid	384 364	422	911
Aït Bouzid	1 232 936	672	1 835

Caractéristiques dont performances moyennes des vaches laitières de 4 coopératives enquêtées au Tadla (Kuper, 2005)



## Abstract

In Madagascar, where rice and zebu constitutes culture's symbols, we can be astonished by seeing an old and dynamic activity of milk production. Farmers of the central region of the island, who practice a diversified production centered on rice, had seen through cows' breeding, an opportunity to earn money regularly during all the year by selling milk.

Soils fertility and erosion in this region are caused by an important demographical pressure. This observation is at the origin of Research and Development works. A better knowledge about cows' breeding and feeding could help to find solutions for these development's operators.

Betafo's commune is situated in Vakinankaratra's region, in the center of the Malagasy "Milk production area". This agricultural capital in the passed has developed, for thirty years, a cows' breeding activity based on small herds of ameliorated cows (race : Red Norwegian Pie). Nice climate, rich soil and abundant waters are the success' keys of this area, where the study will be done according to a method inspired by functional analysis of feeding systems (MOULIN C.)

Small Betafo's farms (in average 1 to 2 ha) combine two culture's systems, irrigated on rice fields and rained on hill fields, which permit to produce diversified resources for cows. Farmers' majority don't use pasture. They based their feeding system on cultures' residues, wild grass (cut near the roads) and cultivated grass, completed by complements produced artisanally or bought.

Agricultural land is reduced and don't permit to realize stocks. So farmers produce at tense flow : majority of produced resources are distribute progressively when they are cut. So, feeding calendars are complex because they are based on diversified resources which change daily ration very often.

A typology of Milk production farms permit to realize the diversity of how they work, in relation with practices and diversified income. Different types studied have permit to show four different feeding systems. Among them, some are highly efficient but not sustainable, others are sustainable but costly, and finally, some are not costly but not efficient and not sustainable.

**Key words** : feeding systems, milk cows, typology, functional analysis of feeding systems, agriculturale land, cultivated grass, culture's residues.

## Résumé

A Madagascar, où riz et zébu constituent les piliers de la culture, on peut s'étonner de voir une activité laitière ancienne et dynamique. Les agro-éleveurs des Hautes Terres, pratiquant essentiellement une polyculture dominée par les cultures vivrières dont le riz, ont vu, dans l'élevage laitier, un moyen d'acquérir un revenu régulier étalé sur toute l'année.

Les problèmes de fertilité des sols et d'érosion sur les Hautes Terres sont dus à une forte pression démographique et à l'origine des actions de la recherche et du développement. Une meilleure connaissance de l'élevage bovin et des systèmes d'alimentation pourrait donc apporter des solutions pour ces opérateurs du développement.

La Commune de Betafo se situe dans la région du Vakinankaratra, perchée sur les Hautes Terres et en plein cœur du « triangle laitier ». Cette ancienne capitale agricole de la région a développé, depuis une trentaine d'années, un élevage laitier basé sur des petits troupeaux composés majoritairement de vaches laitières de race améliorée Pie Rouge Norvégienne. Climat clément, sol riche et eau abondante sont les points forts de cette zone où vont être analysés les systèmes d'alimentation des troupeaux laitiers, selon une méthode inspirée de l'analyse fonctionnelle des systèmes d'alimentation (MOULIN C., 2001).

Les petites exploitations de Betafo (1 à 2 ha en moyenne), combinent deux systèmes de culture, (irrigué sur rizières et pluvial sur *tanety*) qui leur permettent de produire des ressources alimentaires destinées aux bovins, très diversifiées. La majorité des éleveurs laitiers n'ont pas recours au pâturage. Ils basent leur apport en fourrages sur des résidus de culture, des herbes ramassées au bord des routes et des fourrages cultivés, qu'ils complètent par une provende artisanale fabriquée sur l'exploitation ou des concentrés achetés.

Le foncier agricole très limité ne permet pas la réalisation de stocks. Les éleveurs produisent à flux tendu : les ressources produites sont distribuées en vert au fur et à mesure qu'elles sont coupées. Il en résulte des calendriers d'alimentation très complexes à base de ressources très diversifiées et des rations qui varient quasiment tous les mois.

La typologie des exploitations laitières de la zone a permis d'approcher la diversité des exploitations, en terme de mode de conduite des animaux et de diversification du revenu. Les différents types étudiés ont permis de mettre en évidence quatre grands systèmes d'alimentation. Parmi eux, on peut distinguer des systèmes très performants mais peu durables, d'autres durables mais coûteux et enfin ceux peu coûteux mais non performants et non durables.

**Mots clé :** systèmes d'alimentation, vaches laitières, typologie, analyse fonctionnelle des systèmes d'alimentation, pression foncière, fourrages cultivés, résidus de culture.